

【特許請求の範囲】

1. バッテリー・パックを、バッテリーを電源とする装置に接続するためのターミナル手段と、

i) バッテリーを電源とする装置に、電力を供給するための放電モードと、
i i) 上記ターミナル手段から、電力の供給を受ける充電モードとを持つ、上記ターミナル手段に接続している少なくとも一つの再充電可能なバッテリー・セルを含むバッテリーと、

バッテリー電圧、バッテリー温度およびバッテリー電流を表すアナログ信号を感知し、発生するための感知手段と、

動作可能状態の場合には、上記アナログ信号を受信し、そのアナログ信号をバッテリー電圧、温度および電流を表すデジタル信号に変換する動作可能状態と、動作不能状態を持つアナログーデジタル・コンバータと、

少なくともバッテリー電圧、温度および電流を表す数値を含むデータ値を記憶するためのメモリ領域と、

そこから上記デジタル信号を受信し、そのデジタル信号を使用して、予め定めた一連の計算を行うために、上記アナログーデジタル・コンバータに接続しているプロセッサとを含み、

上記プロセッサが、(i) 通常モード、(i i) スタンバイ・モード、および(i i i) スリープ・モードを持ち、通常モードの場合には、上記プロセッサが、第一の規則的なサイクルで上記一連の計算を行い、スタンバイ・モードの場合には、上記プロセッサが、第二の規則的なサイクルで上記一連の計算を行い、スリープ・モードの場合には、上記プロセッサが、上記一連の計算を行わず、上記アナログーデジタル・コンバータを動作不能モードにし、バッテリー電流が予め設定した電流レベル以下に下がった場合には、プロセッサがスタンバイ・モードになり、バッテリー電圧が予め設定した電圧レベル以下に下がった場合には、プロセッサはスリープ・モードになり、バッテリー電圧が、予め定めた電圧レベル以上になった場合には、プロセッサが通常モードになるバッテリー・パック

2. 上記バッテリーが可変容量を持ち、上記一連の計算がバッテリーの残留容量

を表す数値の計算を含む請求項1記載のバッテリー・パック。

3. バッテリーが、公称完全放電電圧値を持ち、

メモリ領域が、バッテリーから動作電力の供給を受け、上記の記憶データ値を保持するために最低の動作電圧を要求し、

上記最低の動作電圧が、上記の公称完全放電電圧値より低く、この場合、バッテリーが公称値の上で完全に放電した場合でも、メモリ領域が上記の記憶データ値を保持する請求項1記載のバッテリー・パック。

4. 第二の各サイクルの長さが、第一の各サイクルの長さの整数倍である請求項1記載のバッテリー・パック。

5. 上記アナログ・デジタル・コンバータ、上記プロセッサ、およびメモリ領域が、バッテリーから動作電力の供給を受ける請求項1記載のバッテリー・パック。

6. さらに、バッテリーを電源とする装置から、データを受信するための動作可能状態および動作不能状態を持つデータ受信手段を含み、動作可能状態の場合には、上記受信手段が、バッテリーを電源とする装置からデータを受信することができ、動作不能状態の場合には、上記受信手段が、バッテリーを電源とする装置からデータを受信できない請求項1記載のバッテリー・パック。

7. 第一の各サイクルが、第一および第二のインターバルを含み、

第一のサイクルの第一のインターバル中に、プロセッサが、(i) 上記一連の計算を行い、(i i) プロセッサが上記の計算を行っている間に、バッテリーを電源とする装置からプロセッサへのデータの送信を禁止するために、上記受信手段を動作不能状態にする請求項6記載のバッテリー・パック。

8. プロセッサが、バッテリーの学習完全充電容量を表す数値の計算を含む追加の計算を行う請求項1記載のバッテリー・パック。

9. バッテリー電圧が予め定めた電圧レベルより上の場合には、バッテリー電圧を表すアナログ信号を受信し、プロセッサに覚醒信号を送信するために、上記感知手段に接続しているコンパレータ回路をさらに含み、

プロセッサが上記コンパレータ回路から覚醒信号を受信したとき、プロセッサが通常モードになる請求項1記載のバッテリー・パック。

10. 感知手段からアナログ信号を受信し、そのアナログ信号を一度に一つずつアナログーデジタル・コンバータに送信するために、上記感知手段および上記アナログーデジタル・コンバータに接続しているスイッチング・ネットワークをさらに含む請求項1記載のバッテリー・パック。

11. バッテリー・パックを、バッテリーを電源とする装置に接続するためのターミナル手段と、

i) バッテリーを電源とする装置に、電力を供給するための放電モードと、
ii) 上記ターミナル手段から、電力の供給を受ける充電モードとを持つ、上記ターミナル手段に接続している少なくとも一つの再充電可能なバッテリー・セルを含むバッテリーと、

バッテリー電圧、バッテリー温度およびバッテリー電流を表すアナログ信号を感知し、発生するための感知手段と、

動作可能状態の場合には、上記アナログ信号を受信し、そのアナログ信号をバッテリー電圧、温度および電流を表すデジタル信号に変換する動作可能状態と、動作不能状態を持つアナログーデジタル・コンバータと、

少なくともバッテリー電圧、温度および電流を表す数値を含むデータ値を記憶するためのメモリ領域と、

上記各計算が、タイミングを持つ一連のステップを含み、上記ステップのタイミングが内部オシレータからのクロック信号により制御される場合に、そこから上記デジタル信号を受信し、そのデジタル信号を使用して、予め定めた一連の計算を行うために、上記アナログーデジタル・コンバータに接続しているプロセッサとを含み、

第二の周波数でクロック信号を発生するための外部オシレータと、

プロセッサが、上記の外部プロセッサからクロック電圧の一つを受信したときスタートする規則的なサイクル中に、上記の一連の計算を行う場合、上記クロック信号を外部オシレータからプロセッサに送信するために、プロセッサに上記外部オシレータを接続するための手段とを含むバッテリー・パック。

12. 上記プロセッサが、通常モードとスタンバイ・モードを持ち、通常モードの場合には、上記プロセッサが、第一の規則的なサイクルで上記一連の計算を行

い、スタンバイ・モードの場合には、上記プロセッサが、第二の規則的なサイクルで上記一連の計算を行い、上記プロセッサが、外部プロセッサからクロック信号の一つを受信したとき、第一および第二の各サイクルがスタートする請求項 11 記載のバッテリー・パック。

13. 上記プロセッサが、通常モードとスリープ・モードを持ち、通常モードの場合には、上記プロセッサが、第一の規則的なサイクルで上記一連の計算を行い、スリープ・モードの場合には、上記プロセッサが、上記一連の計算を行わず、バッテリー電圧を表すアナログ信号を受信するために、上記感知手段に接続し、そこからクロック信号を受信するために、外部オシレータに接続しているコンパレータ回路をさらに含み、

コンパレータ回路が、外部オシレータからクロック信号を受信したとき、バッテリー電圧が予め定めたレベルより高い場合には、上記コンパレータ回路が覚醒信号を発生し、その覚醒信号をプロセッサに送信し、

プロセッサがコンパレータ回路から覚醒信号を受信した時に、プロセッサが通常モードになる請求項 11 記載のバッテリー・パック。

14. バッテリーを電源とする装置からデータを受信するための、動作可能状態および動作不能状態を持つデータ受信手段をさらに含み、動作可能状態の場合には、上記受信手段が、上記バッテリーを電源とする装置からデータを受信することができ、動作不能状態の場合には、上記受信手段が、上記バッテリーを電源とする装置からデータを受信できず、上記の各規則的なサイクルが第一および第二のインターバルを含み、

上記の規則的なサイクルの第一の各インターバル中に、プロセッサが、(i) 上記一連の計算を行い、(i i) プロセッサが上記の計算を行っている間に、バッテリーを電源とする装置からプロセッサへのデータの送信を禁止するために、上記受信手段を動作不能状態にする請求項 11 記載のバッテリー・パック。

15. バッテリー・パックを、バッテリーを電源とする装置に接続するためのターミナル手段と、

i) バッテリーを電源とする装置に、電力を供給するための放電モードと、

i i) 上記ターミナル手段から、電力の供給を受ける充電モードとを持つ、上記

ターミナル手段に接続している、少なくとも一つの再充電可能なバッテリー・セルを含むバッテリーと、

バッテリー電圧、バッテリー温度およびバッテリー電流を表すアナログ信号を感知し、発生するための感知手段と、

動作可能状態の場合には、上記アナログ信号を受信し、そのアナログ信号をバッテリー電圧、温度および電流を表すデジタル信号に変換する動作可能状態と、動作不能状態を持つアナログーデジタル・コンバータと、

少なくともバッテリー電圧、温度および電流を表す数値を含む数値を記憶するためのメモリ領域と、

第一の周波数で内部クロック信号を発生するための外部オシレータと、

上記各計算が、タイミングを持つ一連のステップを含み、上記ステップのタイミングが、内部オシレータからのクロック信号により制御される場合に、そこから上記デジタル信号を受信し、そのデジタル信号を使用して、予め定めた一連の計算を行うために、上記アナログーデジタル・コンバータに接続しているプロセッサと、

第二の周波数で、クロック信号を発生するための外部オシレータと、

上記クロック信号を、外部オシレータから上記プロセッサに送信するために、外部オシレータを上記プロセッサに接続している手段とを含み、

上記プロセッサが、(i) 通常モード、(i i) スタンバイ・モード、および(i i i) スリープ・モードを持ち、通常モードの場合には、上記プロセッサが、外部プロセッサからクロック信号の一つを受信したときにスタートする上記第一の各規則的なサイクルで、上記一連の計算を行い、スタンバイ・モードの場合には、上記プロセッサが、外部プロセッサからクロック信号の一つを受信したときにスタートする、上記第一のサイクルより長い上記第二の各規則的なサイクルで上記一連の計算を行い、スリープ・モードの場合には、上記プロセッサが、上記一連の計算を行わず、上記アナログーデジタル・コンバータを動作不能モードにし、

バッテリー電流が予め設定したレベル以下に下がった場合には、プロセッサがスタンバイ・モードになり、バッテリー電圧が予め設定したレベル以下に下がっ

た場合には、プロセッサはスリープ・モードになり、バッテリー電圧が予め定めた電圧レベル以上になった場合には、プロセッサが通常モードになるバッテリー・パック

16. バッテリー電圧が予め定めた電圧レベルより上の場合には、バッテリー電圧を表すアナログ信号を受信し、覚醒信号を発生し、プロセッサに上記覚醒信号を送信するために、上記感知手段に接続しているコンパレータ回路をさらに含み、

プロセッサが上記コンパレータ回路から覚醒信号を受信したとき、プロセッサが通常モードになる請求項15記載のバッテリー・パック。

17. 感知手段からアナログ信号を受信し、そのアナログ信号を一度に一つずつアナログーデジタル・コンバータに送信するために、上記感知手段および上記アナログーデジタル・コンバータに接続しているスイッチング・ネットワークをさらに含む請求項15記載のバッテリー・パック。

18. バッテリーを電源とする装置からデータを受信するための動作可能状態、および動作不能状態を持つデータ受信手段をさらに含み、動作可能状態の場合には、上記受信手段が、バッテリーを電源とする装置からデータを受信することができ、動作不能状態の場合には、上記受信手段が、バッテリーを電源とする装置からデータを受信できず、

第一の各サイクルが、第一および第二のインターバルを含み、

第一のサイクルの第一のインターバル中に、プロセッサが、（i）上記一連の計算を行い、（i i）プロセッサが上記の計算を行っている間に、バッテリーを電源とする装置からプロセッサへのデータの送信を禁止するために、上記受信手段を動作不能状態にする請求項15記載のバッテリー・パック。

19. バッテリー電圧、バッテリー温度およびバッテリー電流を表すアナログ信号を感知し、発生するステップと、

上記アナログ信号を、バッテリー電圧、温度および電流を表すデジタル信号に変換するステップと、

少なくともバッテリー電圧、温度および電流を表す数値を含む記憶データ値をメモリ領域に記憶するステップとを含み、

上記プロセッサが上記デジタル信号を使用して、予め定めた一連の計算を行い、また上記プロセッサが、（ i ）通常モード、（ i i ）スタンバイ・モード、および（ i i i ）スリープ・モードを持ち、通常モードの場合には、上記プロセッサが、第一の規則的なサイクル中に上記の予め定めた一連の計算を行い、

スタンバイ・モードの場合には、上記プロセッサが、第二の規則的なサイクル中に上記の予め定めた一連の計算を行い、

スリープ・モードの場合には、上記プロセッサが、上記一連の計算を行わず、

バッテリー電流が予め設定したレベル以下に下がった場合には、プロセッサがスタンバイ・モードになり、バッテリー電圧が予め設定した電圧レベル以下に下がった場合には、プロセッサはスリープ・モードになり、バッテリー電圧が、予め定めた電圧レベル以上になった場合には、プロセッサが通常モードになる再充電可能なバッテリーおよびプロセッサを持つバッテリー・システムの操作方法。

20. バッテリー電圧、温度および電流を表すアナログ信号を、デジタル信号に変換するステップが、上記アナログ信号を上記デジタル信号に変換するために、上記アナログ信号を、一回に一つずつアナログーデジタル・コンバータに送信するステップを含む請求項19記載の方法。

21. アナログーデジタル・コンバータが、（ i ）上記アナログ信号を上記デジタル信号に変換するための動作可能状態と、（ i i ）動作不能状態を持ち、プロセッサがスリープ・モードになるステップが、プロセッサがスリープ・モードになったときに、アナログーデジタル・コンバータを動作不能状態にするステップを含む請求項20記載の方法。

22. プロセッサが、通常モードになるステップが、予め定めたインターバルでバッテリー電圧を予め定めた電圧レベルと比較するステップと、

バッテリー電圧が上記の予め定めた電圧レベル以上になった場合に、覚醒信号を発生するステップと、

プロセッサに上記覚醒信号を送信するステップと、

プロセッサが、プロセッサへの覚醒信号の送信に従って、通常モードになるステップとを含む請求項19記載の方法。

23. 第一の各サイクルが、第一および第二のインターバルを持ち、バッテリー

システムが、データ受信手段をさらに含み、予め定めた計算を行うステップが、第一の各サイクルの第一のインターバル中に、上記の予め定めた計算を行うステップを含み、さらに、i) データ受信手段に、データを送信するステップと、i i) プロセッサが上記の計算を行っている間に、上記データ受信手段へのデータの送信を禁止するために、上記第一のサイクルの上記の第一のインターバル中、データ受信手段を動作不能状態にする請求項19記載の方法。

24. バッテリー電圧、バッテリー温度およびバッテリー電流を表すアナログ信号を感知し、発生するステップと、

上記アナログ信号を、バッテリー電圧、温度および電流を表すデジタル信号に変換するステップと、

少なくともバッテリー電圧、温度および電流を表す数値を含む記憶データ値を、メモリ領域に記憶するステップとを含み、

上記プロセッサが、上記デジタル信号を使用して、予め定めた一連の計算を行い、上記各計算が、第一および第二のオシレータからプロセッサへクロック信号を送信するステップと、

第一のオシレータからプロセッサへのクロック信号の一つが送信されたとき、上記の規則的な各サイクルをスタートさせるステップと、

第二のオシレータからのクロック信号を使用して、予め定めた計算のタイミングを持つステップのタイミングを制御するステップとを含む再充電可能なバッテリーと、プロセッサと、第一および第二の周波数でクロック信号を発生するための第一および第二のオシレータを含むバッテリー・システムの操作方法。

25. プロセッサが、通常モードおよびスタンバイ・モードを含み、予め定めた一連の計算を行うステップが、i) プロセッサが通常モードであるときに、第一の規則的なサイクルで、上記一連の計算を行うステップと、

i i) プロセッサがスタンバイ・モードであるときに、第二の規則的なサイクル中に上記一連の計算を起こさうステップとを含み、

各規則的なサイクルをスタートさせるステップが、第一のオシレータからプロセッサへクロック信号の一つが送信されたときに、上記第一の各規則的なサイクルと、上記第二の各規則的なサイクルとをスタートさせるステップを含む請求項

24記載の方法。

26. バッテリー電圧、温度および電流を表すアナログ信号を、デジタル信号に変換するステップが、上記アナログ信号を上記デジタル信号に変換するために、上記アナログ信号を、一回に一つずつアナログ・デジタル・コンバータに送信するステップを含む請求項24記載の方法。

27. 上記プロセッサが、通常モードとスリープ・モードを持ち、通常モードの場合には、上記プロセッサが、上記の予め定めた一連の計算を行い、

スリープ・モードの場合には、上記プロセッサが、上記一連の計算を行わず、さらにバッテリー電圧が、予め定めた電圧レベル以上になった場合には、プロセッサが通常モードになる請求項24記載の方法。

28. プロセッサが、通常モードになるステップが、予め定めたインターバルでバッテリー電圧を予め定めた電圧レベルと比較するステップと、

バッテリー電圧が上記の予め定めた電圧レベル以上になった場合に、覚醒信号を発生するステップと、

プロセッサに上記覚醒信号を送信するステップと、

プロセッサが、プロセッサへ覚醒信号が送信された時、通常モードになるステップとを含む請求項27記載の方法。

29. バッテリー・システムが、電圧コンパレータをさらに含み、上記電圧比較ステップが、バッテリー電圧を予め定めた電圧レベルと比較するため、上記の予め定めたインターバルで、電圧コンパレータを作動するために、クロック信号を第一のオシレータから上記電圧コンパレータへ送信するステップを含み、

上記の覚醒信号発生ステップが、バッテリー電圧が、予め定めた電圧レベル以上になった場合に、電圧コンパレータが覚醒信号を発生するステップを含む請求項28記載の方法。

30. 上記プロセッサが、通常モードとスリープ・モードを持ち、通常モードの場合には、上記プロセッサが、上記の一連の計算を行い、

スリープ・モードの場合には、上記プロセッサが、上記一連の計算を行わず、

i) バッテリー電圧が予め設定した電圧レベル以下に下がった場合には、プロセッサはスリープ・モードになり、ii) バッテリー電圧が、予め定めた電圧レ

ベル以下になった場合には、第二のオシレータがクロック信号を発生するのを禁止するために、プロセッサがスリープ・モードになった場合、第二のオシレータを動作不能にするステップとをさらに含む請求項24記載の方法。

31. プロセッサが、バッテリーの学習完全充電容量を表す数値の計算を含む追加の計算を、予め定めた時間に行うステップをさらに含む請求項241記載の方法。

32. バッテリー電圧、バッテリー温度およびバッテリー電流を表すアナログ信号を感知し、発生するステップと、

上記アナログ信号を、バッテリー電圧、温度および電流を表すデジタル信号に変換するステップと、

少なくともバッテリー電圧、温度および電流を表す数値を含む記憶データ値をメモリ領域に記憶するステップとを含み、

上記プロセッサが上記デジタル値を使用して、予め定めた一連の計算を行い、また上記各計算が、タイミングを持つ一連のステップ、すなわち、

上記プロセッサが、(i) 通常モード、(ii) スタンバイ・モード、および(iii) スリープ・モードを持ち、通常モードの場合には、上記プロセッサが、上記第一の各規則的なサイクルで、上記の予め定めた一連の計算を行い、スタンバイ・モードの場合には、上記プロセッサが、上記第二の各規則的なサイクルで上記の予め定めた一連の計算を行い、スリープ・モードの場合には、上記プロセッサが、上記一連の計算を行わない場合に、第一のオシレータからのクロック信号を使用して、タイミングを持つステップのタイミングを制御するステップと、

クロック信号を、第二のオシレータからプロセッサへ送信するステップと、

第一および第二の各サイクルが、クロック信号の一つが第二のオシレータからプロセッサも送信されたとき、スタートするステップと、

(i) バッテリー電流が予め設定した電流レベル以下に下がった場合には、プロセッサがスタンバイ・モードになり、(ii) バッテリー電圧が予め設定した電圧レベル以下に下がった場合には、プロセッサはスリープ・モードになり、(iii) バッテリー電圧が予め定めた電圧レベル以上になった場合には、プロセ

ッサが通常モードになるステップとを含む再充電可能なバッテリーと、プロセッサと、第一および第二の周波数でクロック信号を発生するための第一および第二のオシレータを含むバッテリー・システムの操作方法。

33. プロセッサが通常モードになるステップが、予め定めたインターバルでバッテリー電圧を、予め定めた電圧レベルと比較するステップと、

バッテリー電圧が、上記の予め定めた電圧レベル以上になった場合に、覚醒信号を発生するステップと、

プロセッサに上記覚醒信号を送信するステップと、

プロセッサへ覚醒信号が送信されたとき、プロセッサが通常モードになるステップとを含む請求項32記載の方法。

34. バッテリー・システムが、電圧コンパレータをさらに含み、上記電圧比較ステップが、バッテリー電圧を予め定めた電圧レベルと比較するため、上記の予め定めたインターバルで、電圧コンパレータを作動するために、クロック信号を第二のオシレータから上記電圧コンパレータへ送信するステップを含み、

上記の覚醒信号発生ステップが、バッテリー電圧が、予め定めた電圧レベル以上になった場合に、上記電圧コンパレータが、覚醒信号を発生するステップを含む請求項33記載の方法。

35. プロセッサがスリープ・モードになるステップが、バッテリー電圧が、予め定めた電圧レベル以下になった場合には、第一のオシレータがクロック信号を発生するのを禁止するために、第一のオシレータを動作不能にするステップとを含む請求項32記載の方法。

36. バッテリーが可変容量を持ち、上記予め定めた計算がバッテリーの残留容量を表す数値の計算を含む請求項32記載の方法。

37. バッテリー・パックを、バッテリーを電源とする装置およびバッテリー再充電装置に接続するためのターミナル手段と、

i) バッテリーを電源とする装置に、電力を供給するための放電モードと、

ii) 上記ターミナル手段から、電力の供給を受ける充電モードとを持つ、上記ターミナル手段に接続している少なくとも一つの再充電可能なバッテリー・セルを含むバッテリーと、

バッテリー電圧、バッテリー温度およびバッテリー電流を表すアナログ信号を感知し、発生するための感知手段と、

上記アナログ信号を受信し、そのアナログ信号をバッテリー電圧、温度および電流を表すデジタル信号に変換するためのアナログーデジタル・コンバータと、

そこから上記デジタル信号を受信し、そのデジタル信号を使用して、予め定められた一連の計算を行うために、上記アナログーデジタル・コンバータに接続しているプロセッサと、

少なくともバッテリー電圧、温度および電流を表す数値を含むデータ値を記憶するためのメモリ領域と、

そこから電力の供給を受けるためにバッテリーに接続し、そこに電力を供給するために上記メモリ領域に接続しているコンデンサを含む、上記メモリ領域に電力を供給する手段とを含むバッテリー・パック。

38. 上記メモリ領域に電力を供給するための手段が、メモリ領域に電力を供給するために、メモリ領域をバッテリーに電氣的に接続している電源回路をさらに含み、

電源回路を通してメモリ領域に電力を供給中に電力の供給がストップした場合に、メモリ領域が上記コンデンサから電力の供給を受ける請求項37記載のバッテリー・パック。

39. 前記電源回路が前記メモリー領域を所定の条件下で前記バッテリーから電氣的に切り離すためのラッチ解除副回路を備えている請求項38記載のバッテリー・パック

40. 内部電力ターミナルをさらに含み、上記電源回路が、バッテリーから上記の電力ターミナルへ電力を供給するために、上記の電力ターミナルにバッテリーを電氣的に接続する手段と、

電力ターミナルから上記メモリ領域に電力を供給するために、上記電力ターミナルをメモリ領域に電氣的に接続する手段とを含む請求項39記載のバッテリー・パック。

41. 電力ターミナルの電圧が一定のレベル以下に下がった場合に、ラッチ外し回路が、上記電力ターミナルから上記メモリ領域を電氣的に分離する請求項40

記載のバッテリー・パック。

42. ラッチ外し回路が、i) 電力ターミナルにメモリ領域を電氣的に接続している手段に内蔵されているスイッチング・トランジスタと、

ii) スwitchング・トランジスタに電力ターミナルの電圧を表す信号を供給するための手段とを含み、

スイッチング・トランジスタが、i) メモリ領域を電力ターミナルに電氣的に接続するための導通状態と、ii) 上記電力ターミナルからメモリ領域を電氣的に隔離するための非導通状態とを持ち、

電力ターミナルの電圧が一定のレベル以下に下がった場合、スイッチング・トランジスタが導通状態から非導通状態になる請求項41記載のバッテリー・パック。

43. ターミナル手段が、第一および第二のターミナルを含み、バッテリー・パックが、上記第一および第二のターミナル間がショートした場合に、バッテリーを通して電流が流れるのを防止し、また上記ショートが起こったときに、上記バッテリーからメモリ領域への電流の流れを維持するための手段をさらに含む請求項37記載のバッテリー・パック。

44. バッテリーを通して電流が流れるのを防止するための手段が、バッテリーセルと上記ターミナルの一つとの間に直列に接続しているヒューズを含む請求項43記載のバッテリー・パック。

45. バッテリーを通して電流が流れるのを防止するための手段が、上記のショートが起きた場合に、バッテリー・セルと上記ターミナルの一つとの間のインピーダンスを大きくするために、バッテリー・セルと上記ターミナルの一つとの間に直列に接続している正の温度係数素子を含む請求項43記載のバッテリー・パック。

46. バッテリーからメモリ領域への電力の供給がストップした場合に、上記メモリ領域が少なくとも一定の期間、上記コンデンサから電力の供給を受け、第一および第二のターミナル間でショートが起きた場合、バッテリーを通して電流が流れるのを防止するための手段が、上記一定の期間中にバッテリーの電圧を上記の予め設定したレベル以上に上げる請求項43記載のバッテリー・パック。

47. バッテリーが可変容量を持ち、上記一連の計算が、i) バッテリーの残留容量を表す数値の計算と、ii) バッテリーの学習容量を示す数値の計算とを含む請求項37記載のバッテリー。

48. バッテリー電圧、バッテリー温度およびバッテリー電流を表すアナログ信号を感知し、発生するステップと、

上記アナログ信号を、バッテリー電圧、温度および電流を表すデジタル信号に変換するステップと、

少なくともバッテリー電圧、温度および電流を表す数値を含む記憶データ値を、メモリ領域に記憶するステップとを含み、

上記プロセッサが、上記デジタル信号を使用して、予め定めた一連の計算を行い、

その内部に電圧レベルを発生させるために、バッテリーからコンデンサへ電流を流し、

そこへ電力を供給するために、上記コンデンサをメモリ領域に電氣的に接続する再充電可能なバッテリーと、プロセッサと、メモリ領域とを持つバッテリー・システムの操作方法。

49. 電源回路を通して、電力をバッテリーからメモリ領域へ供給するステップをさらに含み、電源回路を通してのバッテリーからメモリ領域への電力の供給がストップした場合に、上記メモリ領域が上記コンデンサから電力の供給を受ける請求項48記載の方法。

50. 予め定めた条件下で、メモリ領域をバッテリーから電氣的に分離するステップをさらに含む請求項49記載の方法。

51. メモリ領域をバッテリーから電氣的に分離する上記ステップが、電源回路の電圧を感知するステップと、

電源回路で感知した電圧が一定のレベル以下に下がった場合、メモリ領域をバッテリーから電氣的に分離するためのステップとを含む請求項50記載の方法。

52. バッテリー・システムが集積回路を含み、プロセッサおよびメモリ領域が上記集積回路の一部であり、上記集積回路が、電力ターミナルをさらに含み、バッテリーからメモリ領域へ電流を供給するステップが、電力ターミナルに電圧レ

ベルを発生するために、バッテリーに電力ターミナルを電氣的に接続するステップと、

上記メモリ領域に電力ターミナルの電圧レベルを供給するために、電力ターミナルをメモリ領域に電氣的に接続するステップを含む請求項51記載の方法。

53. 電源回路の電圧を感知するステップが、上記電力ターミナルの電圧レベルを感知するステップと、

電源回路で感知した電圧が、一定レベル以下に下がった場合に、メモリ領域をバッテリーから分離するステップが、上記の電力ターミナルの電圧レベルが、一定のレベル以下に下がった場合に、メモリ領域を電力ターミナルから電氣的に分離するステップを含む請求項52記載の方法。

54. バッテリー・システムが第一および第二のターミナルを含み、再充電可能なバッテリーが、バッテリーを電源とする装置に電力を供給するために、上記ターミナルに接続していて、上記第一および第二のターミナル間がショートした場合に、上記バッテリーからメモリ領域への電流の流れを維持するのを助けるために、上記ショートの際にバッテリーを通して電流が流れるのを防止するためのステップをさらに含む請求項48記載の方法。

55. バッテリーを通して電流が流れるのを防止するためのステップが、一定の期間、バッテリーの電圧を上記予め定めた電圧レベル以上に上げるステップと、

コンデンサをメモリ領域に電氣的に接続するステップが、上記ショートの場合、メモリ領域の電圧レベルを少なくとも一定の期間、予め定めた電圧レベル以上に維持するために、コンデンサからメモリ領域に電力を供給するステップとを含む請求項54記載の方法。

56. バッテリーが、公称完全放電電圧を持ち、上記記憶データ値を保持するために、上記のメモリ領域が、公称完全放電電圧以下の最低動作電圧を必要とし、バッテリー電圧が公称値上完全放電電圧値以下である場合に、上記の記憶データ値を維持するために、メモリ領域に上記最低動作電圧より高い電圧を供給するステップをさらに含む請求項48記載の方法。

57. バッテリー・パックを、バッテリーを電源とする装置およびバッテリー再充電装置に接続するためのターミナル手段と、

i) バッテリーを電源とする装置に、電力を供給するための放電モードと、
i) 上記ターミナル手段から、電力の供給を受ける充電モードとを持つ、上記ターミナル手段に接続している少なくとも一つの再充電可能なバッテリー・セルを含むバッテリーと、

バッテリー電圧、バッテリー温度およびバッテリー電流を表すアナログ信号を感知し、発生するための感知手段と、

上記アナログ信号を受信し、正および負両方のアナログ信号をバッテリー電圧、温度および電流を表すデジタル信号に変換するためのアナログーデジタル・コンバータと、

そこから上記デジタル信号を受信し、そのデジタル信号を使用して、予め定めた一連の計算を行うためのプロセッサと、

少なくともバッテリー電圧、温度および電流を表す数値を含むデータ値を記憶するためのメモリ領域とを含むバッテリー・パック。

58. アナログーデジタル・コンバータが、予め設定したアナログ電圧を供給するためのバンドギャップ基準回路と、

正および負のアナログ信号を表すデジタル値を容易に発生することが出来るように、可変ベース基準電圧を供給するための電圧シフト回路とを含む請求項57記載のバッテリー・パック。

59. アナログーデジタル・コンバータが、さらにバンドギャップ基準回路から予め設定したアナログ電圧の供給を受けるため、また上記予め設定したアナログ電圧を複数の電圧出力値に分割するために、電圧分割ネットワークを含む請求項58記載のバッテリー・パック。

60. アナログーデジタル・コンバータが、上記感知手段からアナログ信号を受信するため、また上記のアナログ信号を、バッテリー電圧、バッテリー温度およびバッテリー電流を表すデジタル値に変換するためのシグマデルタ・コンバータをさらに含む請求項58記載のスマート・バッテリー。

61. アナログーデジタル・コンバータが、バッテリー電圧、バッテリー温度およびバッテリー電流を表すデジタル値を発生するために、各周期に対するバッテリー電圧、バッテリー温度およびバッテリー電流を示すアナログ信号を持つ請求

項57記載のバッテリー・パック。

62. 一定の周波数でクロック信号を発生するためのオシレータと、

上記アナログ・デジタル・コンバータへ上記クロック信号を送信するための手段とを含み、

上記各周期が、上記のクロック信号により決まる長さを持つ請求項61記載のバッテリー・パック。

63. アナログ・デジタル・コンバータが、バッテリー電圧、バッテリー温度およびバッテリー電流および第一、第二および第三の周期のバッテリー電流を表すアナログ信号を処理し、

上記第一、第二および第三の周期の長さが、アナログ・デジタル・コンバータがクロック信号の第一、第二および第三の数をそれぞれ受信するのに必要な時間の長さにより決まる請求項62記載のスマート・バッテリー・パック。

64. 電圧シフト回路が、第一および第二の対向する端子を持つ第一のコンデンサと、

基準アース電圧レベルを発生するための手段と、

コンデンサのところで電圧レベルを発生するために、コンデンサの第一および第二の端子の上記の基準アース電圧レベルおよびアナログ信号を供給するためのスイッチング・ネットワークとを含み、

上記のスイッチング・ネットワークが、i) 上記コンデンサの第一の端子に基準アース電圧レベルを供給し、上記コンデンサの第二の端子に上記アナログ信号の中の少なくとも一つを供給するための第一の状態と、

ii) 上記コンデンサの第二の端子に上記基準アース電圧レベルを供給し、上記コンデンサの第一の端子に上記アナログ信号の中の少なくとも一つを供給するための第二の状態とを持つ請求項58記載のバッテリー・パック。

65. アナログ・デジタル・コンバータが、i) 第二の基準電圧レベルを発生するための手段と、ii) 第一および第二の入力を持つインテグレータと、iii) 上記インテグレータの第一の入力に上記の第二の基準電圧レベルを供給するための手段と、iv) 第一のコンデンサとインテグレータの第二の入力との間に電氣的に直列に接続しているスイッチとを含むシグマ・デルタ・コンバータをさら

に含み、

上記スイッチが、i) インテグレータの第二の入力に第一のコンデンサの電圧レベルを供給するための導通状態と、i i) インテグレータの第二の入力から第一のコンデンサを電氣的に切り離すための非導通状態とを持つ請求項64記載のバッテリー・パック。

66. シグマ・デルタ・コンバータが、インテグレータに電氣的に並列に接続している第二のコンデンサと、

上記の第二のコンデンサを選択的に放電させるために、第二のコンデンサに電氣的に並列に接続しているもう一つのスイッチとをさらに含む請求項64記載のバッテリー・パック。

67. インテグレータが出力電圧レベルを持ち、シグマ・デルタ・コンバータが、v) 第一および第二の入力を持つコンバータと、v i) 上記コンパレータの第一の入力に、第二の基準電圧レベルを供給するための手段と、v i i) コンパレータの第二の入力に、インテグレータの出力電圧レベルを供給するための手段とをさらに含み、

上記コンパレータが、i) コンパレータの第一の入力に供給された電圧レベルが、コンパレータの第二の入力に供給された電圧レベルより低い場合の第一の出力と、i i) コンパレータの第一の入力に供給された電圧レベルが、コンパレータの第二の入力に供給された電圧レベルより高い場合の第二の出力とを持つ請求項64記載のバッテリー・パック。

68. シグマ・デルタ・コンバータが、v i i) カウンタと、i x) 上記カウンタにコンパレータの出力を供給するための手段とをさらに含み、

上記カウンタが、指定の時間内にコンパレータの第一の出力がカウンタに供給された回数のカントを保持する請求項67記載のバッテリー・パック。

69. 正および負の入力信号を受信するための入力手段と、

上記入力手段からアナログ信号を受信し、正および負の両方のアナログ信号をデジタル信号に変換するための信号コンバータと、

上記コンバータ手段から上記デジタル信号を受信し、アナログーデジタル・コンバータからデジタル信号を送信するための出力手段とを含むアナログーデジタ

ル・コンバータ。

70. 上記信号コンバータが、予め設定したアナログ電圧を供給するためのバンドギャップ基準回路と、

正および負のアナログ信号を表すデジタル値を容易に発生するために、可変ベース基準電圧を供給するための電圧シフト回路を含む請求項69記載のアナログーデジタル・コンバータ。

71. 信号コンバータが、さらに上記のバンドギャップ基準回路から予め設定したアナログ電圧を受信し、上記予め設定したアナログ電圧を複数の電圧出力値に分割するための電圧分割ネットワークを含む請求項70記載のアナログーデジタル・コンバータ。

72. 上記入力手段が複数の異なるタイプの入力信号を受信し、

信号コンバータが、上記の異なるタイプの入力信号を受信し、入力信号を表すデジタル信号を発生するために、異なる長さの時間の間、上記異なるタイプの信号を処理するためのシグマ・デルタ・コンバータをさらに含む請求項69記載のアナログーデジタル・コンバータ。

73. シグマ・デルタ・コンバータが、指定の周波数で、クロック入力信号を受信するためのクロック入力を含み、

上記異なる時間の長さが、シグマ・デルタ・コンバータが異なる数のクロック信号を受信するのに必要とする時間の長さによって決まる請求項72記載のアナログーデジタル・コンバータ。

74. 電圧シフト回路が、第一および第二の対向する端子を持つ第一のコンデンサと、

基準アース電圧レベルを発生するための手段と、

コンデンサのところで電圧レベルを発生するために、コンデンサの第一および第二の端子に、上記の基準アース電圧レベルおよびアナログ信号を供給するためのスイッチング・ネットワークとを含み、

上記のスイッチング・ネットワークが、i) 上記コンデンサの第一の端子に基準アース電圧レベルを供給し、上記コンデンサの第二の端子にアナログ信号を供給するための第一の状態と、

i i) 上記コンデンサの第二の端子に上記基準アース電圧レベルを供給し、上記コンデンサの第一の端子に入力信号を供給するための第二の状態とを持つ請求項70記載のアナログ・デジタル・コンバータ。

75. 信号コンバータが、i) 第二の基準電圧レベルを発生するための手段と、i i) 第一および第二の入力を持つインテグレータと、i i i) 上記インテグレータの第一の入力に、上記の第二の基準電圧レベルを供給するための手段と、i v) 第一のコンデンサとインテグレータの第二の入力との間に、電氣的に直列に接続しているスイッチとをさらに含む、シグマ・デルタ・コンバータを含み、

上記スイッチが、i) インテグレータの第二の入力に、第一のコンデンサの電圧レベルを供給するための導通状態と、i i) インテグレータの第二の入力から第一のコンデンサを電氣的に切り離すための非導通状態とを持つ請求項74記載のアナログ・デジタル・コンバータ。

76. シグマ・デルタ・コンバータが、インテグレータに電氣的に並列に接続している第二のコンデンサと、

上記第二のコンデンサを選択的に放電させるために、第二のコンデンサに電氣的に並列に接続しているもう一つのスイッチとをさらに含む請求項75記載のアナログ・デジタル・コンバータ。

77. インテグレータが出力電圧レベルを持ち、シグマ・デルタ・コンバータが、v) 第一および第二の入力を持つコンバータと、v i) 上記コンパレータの第一の入力に、第二の基準電圧レベルを供給するための手段と、v i i) コンパレータの第二の入力に、インテグレータの出力電圧レベルを供給するための手段とをさらに含む、

上記コンパレータが、i) コンパレータの第一の入力に供給された電圧レベルが、コンパレータの第二の入力に供給された電圧レベルより低い場合の第一の出力と、i i) コンパレータの第一の入力に供給された電圧レベルが、コンパレータの第二の入力に供給された電圧レベルより高い場合の第二の出力とを持つ請求項75記載のバッテリー・パック。

78. シグマ・デルタ・コンバータが、i) カウンタと、i i) 上記カウンタにコンパレータの出力を供給するための手段とをさらに含む、

上記カウンタが、指定の時間内にコンパレータの第一の出力がカウンタに供給された回数のカントを保持する請求項77記載のアナログ・デジタル・コンバータ。

79. 電力を供給するために、再充電可能なバッテリーをバッテリーを電源とする装置に接続するステップと、

バッテリー電圧、バッテリー温度およびバッテリー電流を表す正および負の両方の信号を含むアナログ信号を感知し、発生するステップと、

アナログ・デジタル・コンバータへ、上記のアナログ信号を送信するステップとを含み、

上記アナログ・デジタル・コンバータが、正および負の両方のアナログ信号を、バッテリー電流、バッテリー温度およびバッテリー電流を表すデジタル信号に変換するステップと、

少なくともバッテリー電圧、バッテリー温度およびバッテリー電流を表す数値を含む記憶データ値を、メモリ領域に記憶するステップとを含む再充電可能なバッテリーと、プロセッサと、メモリ領域と、アナログ・デジタル・コンバータとを持つバッテリー・システムの操作方法。

80. 上記アナログ信号をデジタル信号に変換するステップが、予め設定したアナログ・バンドギャップ基準電圧を発生するステップと、

正および負のアナログ電流信号から、デジタル値を容易に発生することが出きるように、可変ベース基準電圧を発生するステップとを含む請求項79記載の方法。

81. バンドギャップ基準電圧を発生するステップが、バンドギャップ基準電圧を、複数の電圧出力値に分割するステップを含む請求項80記載の方法。

82. アナログ信号をデジタル信号に変換するステップが、バッテリー電圧、バッテリー温度およびバッテリー電流を表すデジタル値を発生するために、各時間の長さの間のバッテリー電圧、バッテリー温度およびバッテリー電流を表す各アナログ信号を処理するステップをさらに含む請求項81記載の方法。

83. 一定の周波数でクロック信号を発生するステップと、

上記アナログ・デジタル・コンバータへ、上記クロック信号を送信するステッ

ブとを含み、

上記各周期の長さを決定するために、上記クロック信号を使用するステップとを含む請求項82記載の方法。

84. ベース基準電圧を発生するステップが、基準アース電圧レベルを発生するステップを含み、

アナログ信号をデジタル信号に変換するステップが、第一および第二の対向する端子を持つコンデンサに電圧レベルを発生するステップをさらに含み、このステップが、i) 最初に、上記コンデンサの第一の端子に基準アース電圧レベルを供給し、コンデンサの第二の端子にアナログ信号を供給するステップと、

ii) 別の時期に、コンデンサの第二の端子に基準アース電圧レベルを供給し、コンデンサの第一の端子に、少なくともアナログ信号の一つを供給するステップを含む請求項80記載の方法。

85. アナログ信号をデジタル信号に変換するステップが、第二の基準電圧レベルを発生するステップと、

インテグレータの第一の入力に、上記第二の基準電圧レベルを供給するステップと、

インテグレータの第二の入力に、コンデンサの電圧レベルを選択的に供給するステップとをさらに含む請求項84記載の方法。

86. インテグレータが出力電圧レベルを持ち、

アナログ信号をデジタル信号に変換するステップが、i) コンパレータの第一の入力に、第二の基準電圧レベルを供給するステップと、

ii) コンパレータの第二の入力に、インテグレータの出力電圧レベルを供給するステップとをさらに含み、コンパレータが、コンパレータの第一の入力に供給された電圧レベルが、コンパレータの第二の入力に供給された電圧レベルより低い場合の第一の出力と、

コンパレータの第一の入力に供給された電圧レベルが、コンパレータの第二の入力に供給された電圧レベルより高い場合の第二の出力とを持ち、

アナログ信号をデジタル信号に変換するステップが、iii) 予め設定した時間の間にコンパレータが第一の出力電圧レベルを受信した回数をカウントするス

テップをさらに含む請求項85記載の方法。

87. 正および負の両方のアナログ信号を、コンバータに送るステップと、

正および負の両方のアナログ信号を、デジタル信号に変換するステップとを含み、

上記変換ステップが、i) 予め設定したアナログ信号を発生するステップと、

ii) 正および負のアナログ信号を表すデジタル信号を容易に発生するために、可変ベース基準信号を発生するステップとを含むアナログーデジタル・コンバータの操作方法。

88. 正および負のアナログ信号を変換するステップが、予め設定したアナログ信号を複数の電圧出力値に分割するステップを含む請求項87記載の方法。

89. 上記正および負のアナログ信号をコンバータに送るステップが、複数の異なるタイプの入力信号をコンバータに送るステップを含み、

正および負のアナログ信号を変換するステップが、入力信号を表すデジタル信号を発生するために、異なる長さの時間の間異なるタイプの入力信号を処理するステップをさらに含む請求項87記載の方法。

90. 異なるタイプの入力信号を処理するステップが、指定の周波数で、クロック入力信号を送るステップを含み、

上記異なる時間の長さが、コンバータが異なる数のクロック信号を受信するのに必要とする時間の長さによって決まる請求項89記載のアナログーデジタル・コンバータ。

91. ベース基準電圧を発生するステップが、基準アース電圧レベルを発生するステップを含み、

アナログ信号をデジタル信号に変換するステップが、第一および第二の対向する端子を持つコンデンサに電圧レベルを発生するステップをさらに含み、このステップが、i) 最初に、上記コンデンサの第一の端子に、基準アース電圧レベルを供給し、コンデンサの第二の端子にアナログ信号を供給するステップと、

ii) 別の時期に、コンデンサの第二の端子に、基準アース電圧レベルを供給すし、コンデンサの第一の端子に、アナログ信号を供給するステップを含む請求項87記載の方法。

9 2. アナログ信号をデジタル信号に変換するステップが、第二の基準電圧レベルを発生するステップと、

インテグレータの第一の入力に、上記第二の基準電圧レベルを供給するステップと、

インテグレータの第二の入力に、コンデンサの電圧レベルを選択的に供給するステップとをさらに含む請求項9 1記載の方法。

9 3. インテグレータが出力電圧レベルを持ち、

アナログ信号をデジタル信号に変換するステップが、i) コンパレータの第一の入力に、第二の基準電圧レベルを供給するステップと、

i i) コンパレータの第二の入力に、インテグレータの出力電圧レベルを供給するステップとをさらに含み、コンパレータが、コンパレータの第一の入力に供給された電圧レベルが、コンパレータの第二の入力に供給された電圧レベルより低い場合の第一の出力と、

コンパレータの第一の入力に供給された電圧レベルが、コンパレータの第二の入力に供給された電圧レベルより高い場合の第二の出力とを持ち、

アナログ信号をデジタル信号に変換するステップが、i i i) 予め設定した時間の間にコンパレータが第一の出力電圧レベルを受信した回数をカウントするステップをさらに含む請求項9 2記載の方法。

9 4. バッテリー・パックを、バッテリーを電源とする装置およびバッテリー再充電装置に接続するためのターミナル手段と、

i) バッテリーを電源とする装置に、電力を供給するための放電モードと、i i) 上記ターミナル手段から、電力の供給を受ける充電モードとを持つ、上記ターミナル手段に接続している少なくとも一つの再充電可能なバッテリー・セルを含むバッテリーと、

バッテリー電圧、バッテリー温度およびバッテリー電流を表すアナログ信号を感知し、発生するための感知手段と、

上記アナログ信号を受信し、そのアナログ信号をバッテリー電圧、バッテリー温度およびバッテリー電流を表すデジタル信号に変換するアナログーデジタル・コンバータと、

そこから上記デジタル信号を受信し、そのデジタル信号を使用して、予め設定した時間に、バッテリーの実際の全容量の計算を含む、予め定めた一連の計算を行うために、上記アナログーデジタル・コンバータに接続しているプロセッサと

、
少なくともバッテリー電圧、バッテリー温度およびバッテリー電流を表す数値を含むデータ値を記憶するためのメモリ領域とを含むバッテリー・パック。

95. バッテリーが充放電を行う充放電サイクルを持ち、プロセッサが上記充放電サイクルの少なくとも選択したサイクルの終了を識別するための手段を含み、

プロセッサが、上記の充放電サイクルの少なくとも選択したサイクルの終了時にバッテリーの実際の全容量を計算する請求項94記載のバッテリー・パック。

96. バッテリーが、i) バッテリーの全容量の不確実性を表す不確実性の数値およびii) バッテリーの公称全容量を表す公称全容量値を保持し、充放電サイクルの一つの終了がそれぞれ識別された後で、不確実性の数値が公称全容量値の一定の百分率以下である場合には、プロセッサがバッテリーの実際の全容量を計算する請求項95記載のバッテリー・パック。

97. プロセッサが、さらに、i) 修正値を決定する手段と、

ii) 各充放電サイクルの終了時に、バッテリーの容量を決定するための手段と、

一定の充放電サイクルの終了時に、プロセッサが、バッテリーの実際の全容量値の新しい数値を計算するときに、プロセッサが、次式に従って上記新しい数値を計算する請求項95記載のバッテリー・パック。

$$nC A P_{FC} = o C A P_{FC} + (o C A P_{FC}) \times x - C A P_{REM}$$

但し、 $n C A P_{FC}$ は、バッテリーの実際の全容量の新しい数値であり、

$o C A P_{FC}$ は、バッテリーの実際の全容量の最新の計算値であり、

x は、プロセッサが計算した修正値であり、

$C A P_{REM}$ は、一定の充放電サイクルの終了時のバッテリーの容量である。

98. 修正値を決定するための手段が、バッテリー温度およびバッテリー電流に基づいて修正値を決定するための手段を含む請求項97記載のバッテリー・パック。

99. 修正値を決定する手段が、多数の記憶された数値を含む索引テーブルと、
バッテリー温度およびバッテリー電流に基づいて、上記の記憶された数値の中の一つを選択するための手段とを含む請求項98記載のバッテリー・パック。

100. 予め定めた計算が、さらに予め定めた時間の不確実性の数値の計算を含む請求項96記載のバッテリー・パック。

101. 一定の時間に、不確実性の数値がゼロにリセットされる請求項100記載のバッテリー・パック。

102. 各充放電サイクルが、充電期間と放電期間とを持ち、

プロセッサが、各充放電サイクルの充電期間中に、充電状態の複数の予め定めた終了を検出し、充電状態の上記の終了の一つが検出された場合に、充放電サイクルの充電期間を終了するための手段を含み、

プロセッサが、上記充電状態の終了の一つが検出されら場合、不確実性の数値がゼロにリセットされる請求項101記載のバッテリー・パック。

103. 各充放電サイクルが、充電期間と放電期間とを持ち、

プロセッサが、各充放電サイクルの放電期間中に、放電状態の複数の予め定めた終了を検出し、放電状態の上記の終了の一つを検出した場合に、充放電サイクルの放電期間を終了するための手段を含み、

プロセッサが、上記放電状態の終了の一つを検出した場合、不確実性の数値をゼロにリセットする請求項102記載のバッテリー・パック。

104. 各充放電サイクルが、充電期間と放電期間とを持ち、

プロセッサが、各充放電サイクルの充電期間中に、バッテリーに供給された電流の累積値を決定するための手段を含み、

不確実性が、充放電サイクルの一つの充電期間中に計算された場合、計算された不確実性の数値が、上記の一つの充放電サイクルの充電期間中に、バッテリーに供給された電流の累積値に基づいている請求項101記載のバッテリー・パック。

105. 各充放電サイクルが、充電期間と放電期間とを持ち、

プロセッサが、各充放電サイクルの放電期間中に、バッテリーから流出した電流の累積値を決定するための手段を含み、

不確実性が、充放電サイクルの一つの放電期間中に計算された場合、計算された不確実性の数値が、上記の一つの充放電サイクルの放電期間中に、バッテリーから流出した電流の累積値に基づいている請求項101記載のバッテリー・パック。

106. 電力を供給するために、最充電可能なバッテリーを、バッテリーを電源とする装置に接続するステップと、

バッテリー電圧、バッテリー温度およびバッテリー電流を表すアナログ信号を感知し、発生するステップと、

上記アナログ信号を、バッテリー電圧、バッテリー温度およびバッテリー電流を表すデジタル信号に変換するステップと、

少なくともバッテリー電圧、温度および電流を表す数値を含む記憶データ値を、メモリ領域に記憶するステップとを含み、

上記プロセッサが上記デジタル信号を使用して、予め定めた時間のバッテリーの実際の全容量の計算ステップを含む予め定めた計算を起こすステップを含む再充電可能なバッテリー、プロセッサおよびメモリ領域を持つバッテリー・システムの操作方法。

107. バッテリーが、充放電を行う充放電サイクルを持ち、上記充放電サイクルの少なくとも選択したサイクルの終了を識別するためのステップをさらに含み、

バッテリーの実際の全容量を計算するステップが、充放電サイクルの少なくとも選択したサイクルの終了時に、バッテリーの実際の全容量の計算を含む請求項107記載の方法。

108. 予め定めた計算を行うステップが、さらに、プロセッサが、i) バッテリーの全容量の不確実性を表す不確実性の数値および、ii) バッテリーの公称全容量を表す公称全容量値を保持し、バッテリーの実際の全容量を計算するステップが、充放電サイクルの一つの終了がそれぞれ識別された後で、不確実性の数値が公称全容量値の一定の百分率以下である場合には、バッテリーの実際の全容量を計算するステップを含む請求項107記載の方法。

109. 予め定めた計算を行うステップが、修正値を決定するステップをさらに

含み、

バッテリーの実際の全容量を決定するステップが、次式に従って実際の全容量の新しい数値を計算する請求項106記載の方法。

$$nC A P_{Fc} = o C A P_{Fc} + (o C A P_{Fc}) \times - C A P_{REM}$$

但し、 $n C A P_{Fc}$ は、バッテリーの実際の全容量の新しい数値であり、

$o C A P_{Fc}$ は、バッテリーの実際の全容量の最新の計算値であり、

x は、決定した修正値であり、

$C A P_{REM}$ は、上記の新しい数値を計算したときのバッテリーの容量である。

110. 修正値を決定するためのステップが、バッテリー温度およびバッテリー電流にの基づいて、修正値を決定するためのステップを含む請求項109記載の方法。

111. メモリ領域が、多数の記憶された数値を含む索引テーブルを含み、

修正値を決定するステップが、バッテリー温度およびバッテリー電流に基づいて、索引テーブルから数値の中の一つを選択するためのステップを含む請求項110記載の方法。

112. 不確実性を決定するステップが、予め定めた時間の不確実性の数値を計算するステップを含む請求項109記載の方法。

113. 不確実性を決定するステップが、一定の時間に、不確実性の数値をゼロにリセットするステップをさらに含む請求項112記載の方法。

114. i)、各充放電サイクル中に、再充電可能なバッテリーを充電するステップと、

ii) 各充放電サイクル中に、再充電可能なバッテリーを放電させるステップと、

iii) 放電ステップ中に、プロセッサが、放電状態の複数の予め定めた終了を検出し、充電状態の上記の終了の一つを検出した場合に、放電ステップを終了するステップと、

不確実性の数値をゼロにリセットするステップが、上記放電状態の終了の一つを検出した場合に、不確実性の数値をゼロにリセットするステップとをさらに含む請求項113記載の方法。

115. i) 各充放電サイクル中に、再充電可能なバッテリーを充電するステップと、

i i) 各充放電サイクル中に、再充電可能なバッテリーを放電させるステップとをさらに含み、

不確実性の数値を計算するステップが、i) 充電ステップ中に、バッテリーに供給された電荷の累積値を決定するためのステップと、

i i) 充電ステップ中に不確実性が計算されたとき、上記充電ステップ中に、バッテリーに供給された電荷の累積値に基づいて、上記不確実性の数値を計算するステップとを含む請求項113記載の方法。

116. i)、各充放電サイクル中に、再充電可能なバッテリーを充電するステップと、

i i) 各充放電サイクル中に、再充電可能なバッテリーを放電させるステップとをさらに含み、

不確実性の数値を計算するステップが、i) 放電ステップ中に、バッテリーから流出した電荷の累積値を決定するためのステップと、

i i) 放電ステップ中に不確実性が計算されたときに、上記放電ステップ中に、バッテリーから流出した電荷の累積値に基づいて、上記不確実性の数値を計算するステップとを含む請求項113記載の方法。

117. バッテリー・パックを、バッテリーを電源とする装置およびバッテリー再充電装置に接続するためのターミナル手段と、

i) バッテリーを電源とする装置に、電力を供給するための放電モードと、i i) 上記ターミナル手段から、電力の供給を受ける充電モードとを持つ、上記ターミナル手段に接続している少なくとも一つの再充電可能なバッテリー・セルを含むバッテリーと、

バッテリー電圧、バッテリー温度およびバッテリー電流を表すアナログ信号を感知し、発生するための感知手段と、

上記アナログ信号を受信し、そのアナログ信号をバッテリー電圧、バッテリー温度およびバッテリー電流を表すデジタル信号に変換するためのアナログーデジ

タル・コンバータと、

少なくともバッテリー電圧、バッテリー温度およびバッテリー電流を表す数値

を含むデータ値を記憶するためのメモリ領域と、

そこから上記デジタル信号を受信し、そのデジタル信号を使用して、予め定めた一連の計算を行うために、上記アナログ-デジタル・コンバータに接続している、i) 不確実性を計算するための手段と、ii) 不確実性が一定のレベル以下である場合に、指定の時間に上記の記憶されているデータ値の一つを計算するための手段を含むプロセッサとを含むバッテリー・パック。

118. 上記の各指定時間に、不確実性の数値が一定のレベル以下である場合だけに、上記の記憶されているデータ値の一つを計算するための手段が、上記の各指定時間に上記の記憶されているデータ値の上記の一つを計算する請求項117記載のバッテリー・パック。

119. 不確実性の数値を計算するための手段が、予め定めた時間に、不確実性の数値をゼロにリセットする請求項108記載のバッテリー・パック。

120. 電力を供給するために、再充電可能なバッテリーを、バッテリーを電源とする装置に接続するステップと、

バッテリー電圧、バッテリー温度およびバッテリー電流を表すアナログ信号を感知し、発生するための感知手段と、

上記アナログ信号をバッテリー電圧、バッテリー温度およびバッテリー電流を表すデジタル信号に変換するステップと、

少なくともバッテリー電圧、バッテリー温度およびバッテリー電流を表す数値を含むデータ値をメモリ領域に記憶するステップと、

プロセッサが上記デジタル信号を使用して、i) 不確実性を計算するためのステップと、ii) 不確実性が一定のレベル以下である場合にだけ、指定の時間に上記の記憶されているデータ値の一つを計算するためのステップを含む予め定めた計算を行うステップを含む再充電可能なバッテリーと、プロセッサと、メモリ領域を持つバッテリー・システムの操作方法。

121. 上記の各指定時間に、不確実性の数値が一定のレベル以下である場合だ

けに、上記の記憶されているデータ値の一つを計算するための手段が、上記の各指定時間に上記の記憶されているデータ値の上記の一つを計算するステップを含む請求項117記載のバッテリー・パック。

122. バッテリーが放電期間と充電期間を持つ充放電サイクルを持ち、
各上記サイクルの放電期間中には、バッテリーから電流が流出し、
上記各サイクルの充電期間中には、バッテリーに電流が供給され、
不確実性の数値を計算するステップが、i) 上記各サイクルの放電期間中に、
上記サイクルの放電期間中にバッテリーから流出した電流の累積値の不確実性を
計算するステップと、

i i) 上記各サイクルの充電期間中に、上記サイクルの放電期間中にバッテリ
ーから流出した電流の累積値の不確実性を計算するステップとを含む請求項12
0記載の方法。

123. 指定値を計算するための手段と、
上記指定値の潜在的な不正確を査定するための手段とを含む一連の数学的計算
を行うための回路。

124. 指定値を計算するための手段が、上記指定値の潜在的な不正確さが一定
のレベル以下である場合に、指定の時間に指定の数値を計算する請求項123記
載の回路。

125. プロセッサへの一連の数値の供給を含み、
プロセッサが、指定の数値を計算し、上記の指定の数値の潜在的な不正確さ評
価するために上記一連の数値を使用する一連の数学的計算を行うための方法。

126. 一連の数値を使用するステップが、上記指定の数値が一定のレベル以下
の場合に、プロセッサが指定の時間に指定の数値を計算するステップを含む請求
項125記載の方法。

127. ポータブル型コンピュータと、
i) 上記ポータブル型コンピュータに接続しているターミナル手段と、
i i) 上記ターミナル手段に接続している少なくとも一つの再充電可能なバッ
テリー・セルを含む再充電可能なバッテリーと、

i i i)

バッテリー電圧、バッテリー温度およびバッテリー電流を表すアナログ信号を感知し、発生するための感知手段と、

i v) 上記アナログ信号を受信し、そのアナログ信号をバッテリー電圧、バッ

テリー温度およびバッテリー電流を表すデジタル信号に変換するためのアナログーデジタル・コンバータと、

v) そこから上記デジタル信号を受信し、指定の変数の数値を計算するために、そのデジタル信号を使用して、予め定めた一連の計算を行うために、上記アナログーデジタル・コンバータに接続しているプロセッサと、

v i) 少なくともバッテリー電圧、バッテリー温度およびバッテリー電流を表す数値を含むデータ値を記憶するためのメモリ領域と、

ポータブル型コンピュータとバッテリー・システムとの間でデータを送信するために、ポータブル型コンピュータとバッテリー・システムに接続しているデータ・バスとを含み、

ポータブル型コンピュータが上記計算値を要求しているプロセッサに、データ・バスを通して、メッセージを送信するための手段を含み、プロセッサがコンピュータからメッセージを受信し、上記メッセージを受信した時、コンピュータに計算数値を送信するための手段を含むポータブル型コンピュータと再充電可能なバッテリーの組み合わせ。

128. プロセッサが、上記の指定の計算を行うために必要なすべてのデジタル数値を、アナログーデジタル・コンバータとメモリ領域との組み合わせから受信する請求項127記載の組み合わせ。

129. プロセッサが、バッテリーの現在の放電電流率で、残留容量の推定値を計算するための手段を含む請求項127記載の組み合わせ。

130. プロセッサが、i) バッテリーの残留容量を計算するための手段と、i i) バッテリーの全容量を計算するための手段と、i i i) 調整係数を計算するための手段と、i v) バッテリーの残留容量の不確実性を計算するための手段と、v) 下記式に従って上記バッテリーの使用可能残留容量を計算するバッテリー

の予測使用可能残留容量を計算するための手段とをさらに含む請求項129記載の組み合わせ。

$$T = \{C_r - (C_f)(x) - C_n\} / I$$

但し、Tは、バッテリーの予測使用可能残留容量であり、

C_rは、バッテリーの計算残留容量であり、

C_fは、バッテリーの計算全容量であり、

C_nは、バッテリーの残留容量の不確実性であり、

Iは、バッテリーの放電電流である。

131. コンバータからメッセージを受信するための手段が、動作可能状態と動作不能状態を持ち、

動作可能状態の場合には、上記メッセージ受信手段がコンピュータからの要求を受信することができ、

動作不能状態の場合には、上記メッセージ受信手段がコンピュータから要求を受信することができず、

プロセッサが、第一および第二のインターバルを持つ一定の周期で、上記の予め定めた計算を行い、

上記各周期の第一のインターバル中に、プロセッサが上記の予め定めた計算を行い、上記メッセージ受信手段を動作不能状態にする請求項127記載の組み合わせ。

132. バッテリーに電力を供給するために、ターミナル手段に接続しているバッテリー再充電装置をさらに含み、

ポータブル型コンピュータ、バッテリーシステムおよびバッテリー再充電装置との間でデータを送信するために、データ・バスがポータブル型コンピュータ、バッテリー・システムおよびバッテリー再充電装置に接続していて、

バッテリー再充電装置が、識別数値を要求しているプロセッサにメッセージ送信するための手段を含み、

プロセッサが、さらにバッテリー再充電装置からメッセージを受信するための手段を含み、バッテリー再充電装置から上記メッセージを受信したときに、識別

数値をバッテリー再充電装置に送信する請求項 1 2 7 記載の組み合わせ。

1 3 3. メモリ領域に記憶されている数値の一つが、バッテリーの公称全容量である請求項 1 2 7 記載の組み合わせ。

1 3 4. プロセッサが、さらに上記公称全容量値をリセットするための手段を含む請求項 1 3 3 記載の組み合わせ。

1 3 5. バッテリーが、それぞれが充電期間と放電期間を持つ充放電サイクルを

持ち、

プロセッサが、 i) 充放電サイクルの放電期間の終了を検出するための手段と

i i) 充放電サイクルの放電期間の終了を検出した場合に、バッテリーの実際の全容量を計算するための手段とを含む請求項 1 2 7 記載の組み合わせ。

1 3 6. バッテリーが、電流をターミナル手段およびポータブル型コンピュータに供給するための放電モードと、ターミナル手段から電流の供給を受ける充電モードを持ち、プロセッサが予め定めたインターバルで一定の一連の計算を行い、

上記インターバルが、 i) バッテリーが放電モードである場合には、プロセッサが直前のインターバル以来バッテリーが供給した電荷の量を決定し、 i i) バッテリーが充電モードである場合には、プロセッサが直前のインターバル以来バッテリーに供給された電荷の量を決定する請求項 1 2 7 記載のポータブル型コンピュータと再充電可能なバッテリーとの組み合わせ。

1 3 7. 上記各インターバル中に、プロセッサが直前のインターバル以来バッテリーが内部で放電した電流量を決定する請求項 1 3 6 記載のポータブル型コンピュータと再充電可能なバッテリーとの組み合わせ。

1 3 8. 上記メモリ領域の記憶数値が、さらにバッテリーの全容量を表す全容量値、およびバッテリーの残留容量を表す残留容量値を含み、プロセッサが周期的に上記全容量値をリセットし、

プロセッサが下記式に従って、バッテリーの残留容量を計算する請求項 1 3 7 記載のポータブル型コンピュータと再充電可能なバッテリーとの組み合わせ。

$$C A P_{R E M} = C A P_{F C} - \Sigma d - \Sigma S + \Sigma c$$

但し、CAPRENは、バッテリーの残留容量であり、

CAPFcは、全容量値の最も新しいリセット値であり、

Σd は、バッテリーの全容量値が最後にリセットされてから、バッテリー内部で放電された電荷の量であり、

Σs は、全容量値が最後にリセットされてから、バッテリーが放電した電荷の量であり、

Σc は、全容量が最後にリセットされてから、バッテリーに供給された電荷の

量の百分率である。

139. 電力を供給するために、再充電可能なバッテリーをポータブル型コンピュータに接続するステップと、

バッテリー電圧、バッテリー温度およびバッテリー電流を表すアナログ信号を感知し、発生するステップと、

上記アナログ信号を、バッテリー電流、バッテリー温度およびバッテリー電流を表すデジタル信号に変換するステップと、

少なくともバッテリー電圧、バッテリー温度およびバッテリー電流を表す数値を含む記憶データ値を、メモリ領域に記憶するステップと、

プロセッサが、指定の変数の数値を計算するために、上記デジタル信号を使用して、予め定めた一連の計算を行うステップと、

i) ポータブル型コンピュータから上記計算値を要求しているプロセッサに、メッセージを送信するステップと、ii) プロセッサが、上記メッセージを受信した時、コンピュータに計算数値を送信するためのステップとを含むポータブル型コンピュータとバッテリー・システムとの間でデータおよびメッセージを送信するステップとを含む、ポータブル型コンピュータと、少なくとも一つの再充電可能なバッテリー・セルと、プロセッサと、メモリ領域とを含む再充電可能なバッテリー・システムとの組み合わせの操作方法。

140. バッテリーが、電流をターミナル手段およびポータブル型コンピュータに供給するための放電モードと、ターミナル手段から電流の供給を受ける充電モードを持ち、

プロセッサが予め定めたインターバルで一定の一連の計算を行い、

上記インターバルが、i) バッテリーが放電モードである場合には、プロセッサが直前のインターバル以来バッテリーが供給した電荷の量を決定し、ii) バッテリーが充電モードである場合には、プロセッサが直前のインターバル以来バッテリーに供給された電荷の量を決定する請求項139記載の方法。

141. プロセッサが、予め定めた計算を行うのに必要なすべてのデジタル数値を、アナログ-デジタル・コンバータおよびメモリ領域の組み合わせから受信する請求項139記載の方法。

142. 予め定めた計算を行うステップが、現在のバッテリーの放電電流率での予測残留使用可能時間の計算を含む請求項139記載の方法。

143. プロセッサにメッセージを送信するステップが、プロセッサの受信手段にメッセージを送信するステップを含み、上記受信手段が、動作可能状態および動作不能状態を持ち、

動作可能状態の場合には、上記受信手段が、コンピュータからデータを受信することができ、動作不能状態の場合には、上記受信手段が、コンピュータからデータを受信できず、

予め定めた計算を行うステップが、1) 第一および第二のインターバルを持つ一定の周期で、上記の予め定めた計算を行い、

ii) 上記各周期の第一のインターバル中に、プロセッサが上記の予め定めた計算を行い、上記受信手段を動作不能状態にする請求項139記載の方法。

144. 上記組み合わせが、さらに、バッテリーに電力を供給するために、バッテリーに接続しているバッテリー再充電装置を含み、

データおよびメッセージを送信するステップが、i) バッテリー再充電装置が、識別数値を要求しているプロセッサにメッセージ送信するステップと、

ii) 、

プロセッサが、バッテリー再充電装置からメッセージを受信したとき、識別数値をバッテリー再充電装置に送信するステップとを含む請求項139記載の組み合わせ。

145. 記憶ステップが、メモリ領域中にバッテリーの全容量の公称値を表す数値を記憶するステップを含む請求項139記載の方法。

146. 放電サイクル中にバッテリーを放電するステップと、

プロセッサが、i) 放電サイクルの終了を検出し、ii) 放電サイクルの終了を検出した時点でバッテリーの実際の全容量を計算するステップとをさらに含む請求項139記載の方法。

147. 上記各インターバル中に、プロセッサが、直前の上記インターバル以降にバッテリーが内部で放電した電流量も決定するステップをさらに含む請求項146記載の方法。

148. データ値記憶ステップが、バッテリーの全容量を表す全容量値と、バッテリーの残留容量を表す残留容量値を記憶するステップを含み、

予め定めた計算を行うステップが、周期的に上記全容量値をリセットし、周期的にバッテリーの残留容量を計算し、

バッテリーの残留容量を計算するステップが、次式に従ってバッテリーの残留容量を計算するステップを含む請求項147記載の方法。

$$CAPREN = CAPFC - \Sigma d - \Sigma S + \Sigma c$$

但し、CAPRENは、バッテリーの残留容量であり、

CAPFCは、全容量値の最新のリセット値であり、

Σd は、バッテリーの全容量値が最後にリセットされてから、バッテリー内部で放電された電荷の量であり、

Σs は、全容量値が最後にリセットされてから、バッテリーが放電した電荷の量であり、

Σc は、全容量が最後にリセットされてから、バッテリーに供給された電荷の量の百分率である。

149. バッテリー・パックを、バッテリーを電源とする装置およびバッテリー再充電装置に接続するためのターミナル手段と、

i) 上記ターミナル手段と上記バッテリーを電源とする装置に、電力を供給するための放電モードと、ii) 上記ターミナル手段から、電力の供給を受ける充

電モードとを持つ、上記ターミナル手段に接続している少なくとも一つの再充電可能なバッテリー・セルを含むバッテリーと、

バッテリー電圧、バッテリー温度およびバッテリー電流を表すアナログ信号を感知し、発生するための感知手段と、

i) 上記アナログ信号を受信し、そのアナログ信号をバッテリー電圧、バッテリー温度およびバッテリー電流を表すデジタル信号に変換するためのアナログーデジタル・コンバータと、

i i) そこから上記デジタル信号を受信し、そのデジタル信号を使用して、予め定めた一連の計算を行うために、上記アナログーデジタル・コンバータに接続しているプロセッサとを含む集積回路とを含み、

上記集積回路が上部層と下部層を含む多くの層を含み、

上記下部層が、少なくともバッテリー電圧、バッテリー温度およびバッテリー電流を表す数値を含む複数の可変データ値を記憶するためのランダム・アクセス・メモリ領域を形成し、

上部層が、複数の固定データ値を記憶するための読みだし専用メモリを形成するバッテリー・パック。

1 5 0. 上部層が、金属マスクにより形成される請求項 1 4 9 記載のバッテリー・パック。

1 5 1. 上記固定データ値が、一意のバッテリー識別コードを含む請求項 1 4 9 記載のバッテリー・パック。

1 5 2. 上記の読みだし専用メモリ領域が、複数の固定アルゴリズムを含む請求項 1 4 9 記載のバッテリー・パック。

1 5 3. 特定のアルゴリズムを必要とする顧客用であり、読みだし専用メモリ領域が上記の特定アルゴリズムを記憶する請求項 1 4 9 記載のバッテリー・パック。

1 5 4. 各上部層が、 $n \times m$ マトリックス位置を形成するために交差している n 本の横列と m 本の縦列からなるマトリックスを含み、

各トランジスタが、各マトリックス位置に位置している請求項 1 4 9 記載のバッ

テリー・パック。

155. 各上部層が、さらに共通の電圧レベルを持つ複数の共通ラインをと含み、

各トランジスタが、ソース・ターミナルとドレーン・ターミナルとを含み、選択したトランジスタのソース・ターミナルが、他のトランジスタのドレーン・ターミナルに直接接続していて、

他の選択したトランジスタのソース・ターミナルとドレーン・ターミナルの両方が、共通ラインの一本に直接接続している請求項154記載のバッテリー・パック。

156. 上記各上部層のトランジスタが、第一および第二のグループのトランジスタからなり、

第一のグループのトランジスタのソース・ターミナルが、他のグループのトランジスタのドレーン・ターミナルに直接接続していて、

第二のグループのトランジスタのソース・ターミナルおよびドレーン・ターミナルが、共通ラインの一本に直接接続している請求項155記載のバッテリー・パック。

157. 上記他の選択した各トランジスタのソース・ターミナルおよびドレーン・ターミナルの両方が、同じ一本の共通ラインに直接接続している請求項155記載のバッテリー・パック。

158. 再充電可能なバッテリーと、複数のバッテリー・パラメータを表す信号を感知し、発生するための感知手段と、(i) 上記アナログ信号を受信し、そのアナログ信号をデジタル信号に変換するためのアナログーデジタル・コンバータと、(ii) 上記デジタル信号を受信し、このデジタル信号を使用して予め定められた計算を行うためのプロセッサを含む集積回路を含むバッテリー・システムを顧客の用途に合わせて特殊化する方法であって、上部層および下部層を含む多数の層から集積回路を形成するステップと、

上記集積回路の下部層によりランダム・アクセス・メモリを形成し、上記下部層に複数の可変データ値を記憶するステップと、

上記集積回路の上部層により読みだし専用メモリを形成し、上記上部層に複数の固定データ値を記憶するステップとを含む方法。

159. 集積回路を形成するステップが、金属マスクにより上記上部層を形成するステップを含む158記載のバッテリー・パック。

160. 上記上部層に、複数の固定データ値を記憶するステップが、上記上部層に一意のバッテリー識別コードを記憶するステップを含む請求項158記載の方法。

161. 上部層により読みだし専用メモリを形成するステップが、上記上部層に複数の固定アルゴリズムを記憶するステップを含む請求項158記載の方法。

162. バッテリー・システムが、特定のアルゴリズムを必要とする顧客用のものであり、読みだし専用メモリを形成するステップが、上記上部層に上記特定のアルゴリズムを記憶するステップを含む請求項158記載の方法。

163. 集積回路を形成するステップが、 $n \times m$ のマトリックス位置を形成するために交差している n 本の横列と m 本の縦列からなるマトリックスを持つ上記各上部層を供給するステップと、

上記各マトリックス位置に各トランジスタを位置させるステップとを含む請求項158記載の方法。

164. 各トランジスタが、ソース・ターミナルとドレーン・ターミナルとを含み、集積回路を形成するステップが、さらに、各上部層に共通の電圧レベルを持つ複数の共通ライン形成し、

各上部層の選択したトランジスタのソース・ターミナルを、他のトランジスタのドレーン・ターミナルに直接接続するステップと、

各上部層の他の選択したトランジスタのソース・ターミナルとドレーン・ターミナルの両方を、共通ラインの一本に直接接続するステップとを含む請求項163記載の方法。

165. 上記各上部層のトランジスタが、第一および第二のグループのトランジスタからなり、

集積回路を形成するステップが、各上部層において、第一のグループのトラン

ジスタのソース・ターミナルを、他のトランジスタのドレーン・ターミナルに直接接続するステップと、

第二のグループのトランジスタのソース・ターミナルおよびドレーン・ターミナルを、共通ラインの一本に直接接続するステップをさらに含む請求項164記載の方法。

166. 各上部層の上記の他の選択したトランジスタのソース・ターミナルとドレーン・ターミナル両方を、共通ラインの一本に直接接続するステップが、上記他の選択した各トランジスタのソース・ターミナルおよびドレーン・ターミナルを、同じ一本の共通ライン直接接続するステップを含む請求項160記載の方法。

167. バッテリー・パックを、バッテリーを電源とする装置およびバッテリー再充電装置に接続するためのターミナル手段と、

i) バッテリーを電源とする装置に、電力を供給するための放電モードと、

ii) 上記ターミナル手段から、電力の供給を受ける充電モードとを持つ、上記ターミナル手段に接続している少なくとも一つの再充電可能なバッテリー・セルを含むバッテリーと、

バッテリー電圧、バッテリー温度およびバッテリー電流を表すアナログ信号を感知し、発生するための感知手段と、

上記アナログ信号を受信し、そのアナログ信号をバッテリー電圧、温度および電流を表すデジタル信号に変換するためのアナログーデジタル・コンバータと、

バッテリー電圧、温度および電流を表す数値を含むデータ値を記憶するための、それぞれが多数の数値を含む複数の索引テーブルを含むメモリ領域と、

そこから上記デジタル信号を受信するために、アナログーデジタル・コンバータに接続し、そこから数値を受信するために、メモリ領域に接続している、予め定めた計算を行うためのプロセッサとを含み、

上記予め定めた計算が索引テーブルからの複数の数値を必要とし、すべての上記の必要とする数値がメモリ領域の索引テーブルから入手できるバッテリー・パック。

168. メモリ領域に記憶されている数値の一つが、バッテリーの全容量であり、

上記索引テーブルの一つが、バッテリー放電電流およびバッテリー温度の関数として記憶している多数の残留容量修正係数を含み、上記計算の一つがバッテリーの残留容量の計算であり、

バッテリーの残留容量が次式により計算される請求項167記載のバッテリー・パック。

$$\text{残留容量} = (\text{全容量}) (x)$$

但し、 x は、上記索引テーブルの一つから入手した残留容量修正係数に基づく数値である。

169. バッテリーが、相対的な充電状態を持ち、

バッテリーが、自己放電電流を持ち、

上記索引テーブルの一つが、バッテリー温度およびバッテリーの相対的充電状態の関数として記憶している多数の自己放電を含み、

上記計算の一つが、一定の時間内のバッテリーの自己放電電流の計算であり、一定の時間内のバッテリーの自己放電電流の量が、次式により計算される請求項167記載のバッテリー・パック。

$$S = I_s \Delta t_s$$

式中、 S は、一定時間内のバッテリーの自己放電電流量であり、

Δt_s は、一定の時間の長さであり、

I_s は、上記索引テーブルの一つから入手した自己放電電流である。

170. バッテリーが、相対的充放電と充電電流とを持ち、

上記索引テーブルの一つが、バッテリーの相対的充電状態と充電電流の関数として記憶している多数の電流効率係数を含み、

上記計算の一つが、一定の時間内のバッテリーへの追加充電量の計算であり、一定の時間内のバッテリーへの追加充電量が次式により計算される請求項167記載のバッテリー・パック。

$$C = I \Delta t \epsilon$$

但し、Cは、バッテリーへの追加充電であり、

Iは、一定の時間内にバッテリーに供給された平均電流であり、

Δt は、一定の時間の長さであり、

ε は、上記の索引テーブルの一つから得た電流効率係数である。

171. バッテリー・パックを、バッテリーを電源とする装置およびバッテリー再充電装置に接続するためのターミナル手段と、

i) バッテリーを電源とする装置に、電力を供給するための放電モードと、

ii) 上記ターミナル手段から、電力の供給を受ける充電モードとを持つ、上記ターミナル手段に接続している少なくとも一つの再充電可能なバッテリー・セルを含むバッテリーと、

バッテリー電圧、バッテリー温度およびバッテリー電流を表すアナログ信号を感知し、発生するための感知手段と、

上記アナログ信号を受信し、そのアナログ信号をバッテリー電圧、温度および電流を表すデジタル信号に変換するためのアナログーデジタル・コンバータと、

バッテリー電圧、温度および電流を表す数値を含むデータ値を記憶するための

、複数の索引テーブルを含むメモリ領域とを含み、

上記複数の索引テーブルが、i) バッテリーの放電電流およびバッテリー温度の関数として記憶している、多数の残留容量修正係数を含む第一の索引テーブルと、

ii) バッテリー温度とバッテリーの相対的充電状態との関数として記憶している、多数の自己放電を含む第二の索引テーブルと、

iii) バッテリーの相対的充電状態およびバッテリーの充電電流の関数として記憶している、多数の電流効率係数を含む第三の索引テーブルとを含み、

そこからデジタル信号を受信するためにアナログーデジタル・コンバータに接続し、そこから数値を受信するためにメモリ領域に接続している、上記デジタル信号および数値を使用して予め定めた計算を行うプロセッサを含むバッテリー・パック。

172. 電力を供給するために、再充電可能なバッテリーをバッテリーを電源と

する装置に接続するステップと、

バッテリー電圧、バッテリー温度およびバッテリー電流を表すアナログ信号を感知し、発生するステップと、

上記アナログ信号を、バッテリー電圧、バッテリー温度およびバッテリー電流を表すデジタル信号に変換するステップと、

少なくともバッテリー電圧、バッテリー温度およびバッテリー電流を表す数値を含む記憶データ値を、メモリ領域に記憶するステップと、

メモリ領域の複数の索引テーブルに追加データを記憶するステップとを含み、

プロセッサが、メモリ領域からの上記デジタル信号および数値を使用して、予め定めた計算を行い、上記予め定めた計算が索引テーブルからの複数の数値を必要とし、上記の必要な数値のすべてをメモリ領域内挿の索引テーブルから得る再充電可能なバッテリーと、プロセッサとメモリ領域とを持つバッテリー・システムの操作方法。

173. メモリ領域に記憶されている数値の一つが、バッテリーの全容量であり、

メモリ領域の上記索引テーブルの一つが、バッテリー放電電流およびバッテリー温度の関数として記憶している多数の残留容量修正係数を含み、

プロセッサが、予め定めた計算を行うステップが、次式によりバッテリーの残留容量が計算するステップを含む請求項172記載の方法。

$$\text{残留容量} = (\text{全容量}) (x)$$

但し、 x は、上記索引テーブルの一つから入手した残留容量修正係数に基づく数値である。

174. メモリ領域の上記索引テーブルの中の一つが、バッテリーの温度およびバッテリーの相対的充電状態の関数として記憶した多数の自己放電の電流値を含み、プロセッサの予め定めた計算を行うステップが、プロセッサが下記式により一定の時間内のバッテリーの自己放電電流量を計算するステップを含む請求項172記載の方法。

$$S = I_s \Delta t_s$$

式中、 S は、一定時間内のバッテリーの自己放電電流量であり、

Δt_s は、一定の時間の長さであり、

I_s は、上記索引テーブルの一つから入手した自己放電電流である。

1 7 5 . メモリ領域の上記の索引テーブルの一つが、バッテリーの相対的充電状態および充電電流の関数として記憶している多数の電流効率係数を含み、

プロセッサ予め定めた計算を行うステップが、次式により一定の時間内のバッテリーへの追加充電量を計算するステップを含む請求項 1 7 2 記載の方法。

$$C = I \Delta t \varepsilon$$

但し、 C は、バッテリーへの追加充電であり、

I は、一定の時間内にバッテリーに供給された平均電流であり、

ε は、上記の索引テーブルの一つから得た電流効率係数である。

【発明の詳細な説明】

スマート・バッテリー装置

発明の分野

本発明は、一般的に再充電可能なバッテリー技術、特に電力管理能力を持つインテリジェント装置で使用するためのスマート・バッテリーに関する。本発明は、インテリジェント装置に、電力管理およびバッテリーの充電状態および化学的状態に特有の充電制御に関する正確な情報を報告することができる、再充電可能なニッケル水素（NiMH）電池、またはニッケル・カドミウム（NiCad）電池の動作を制御するためのスマート・バッテリー装置である。

従来技術の説明

ノートブック・パソコン、ビデオ・カメラ、セルラーホンのような、ポータブル型のインテリジェント電子装置の出現により、バッテリーの現在の充電状況、およびバッテリーを最も長持ちさせるための再充電方法に関する正確な情報を提供し、それによりバッテリーの充放電を最も多く繰り返すことができるようにするために、インテリジェント装置と通信することができる再充電可能なスマート・バッテリーの開発が可能になった。このようなスマート・バッテリーを使用する上記ポータブル型のインテリジェント装置のユーザは、バッテリーにどのくらいの電力が残っているかを知ることができるばかりでなく、種々の電力消費率でのバッテリーの使用可能時間を知ることができる。これにより、ユーザは残りの充電状態により装置を最も長い時間使用することができる動作モードを選択することができ、あとどのくらい装置を使用することができるかを知ることができる。

従来技術による再充電可能なバッテリー装置は、例えば、充電状態を計算し、ホスト・コンピュータ・システムに、残りの使用可能時間を報告するための方法が記載されている米国特許第5,315,228号に開示されている、充電モニタおよび燃料計を含めて、ユーザにとって必要ないくつかの情報を発生するための手段を備えている。

しかし、名目上完全に放電している状態でも、ユーザが瞬間的にアクセスした場合に、それ自身の充電状態に関する情報を正確に保持している再充電可能な電

源装置が求められている。さらに、ユーザに種々の電力消費レベルでの残りの使用可能時間を正確に伝えることができる再充電可能なインテリジェント・バッテリーの開発も待望されている。それ故、ポータブル型コンピュータのような上記インテリジェント装置のユーザは、より大きな電力消費率の場合と比較すると、もっと長い時間ポータブル型コンピュータを動作させるために、ハード・ディスク・ドライブへの電力を低下させるという選択を行うことができる。

発明の概要

従って、本発明の一つの目的は、使用期間中、再充電可能なバッテリーの性能を最適化するために、ホスト・コンピュータに設置する再充電可能なバッテリーと一緒に使用するためのスマート・バッテリー装置を提供することである。

本発明のもう一つの目的は、ホスト・コンピュータ装置またはスマート・バッテリー充電装置と通信する目的で、バッテリー容量の計算を行う再充電可能なバッテリーを制御するためのマイクロプロセッサを含むスマート・バッテリー装置を提供することである。

本発明のさらにもう一つの目的は、再充電可能なバッテリーを制御するためのマイクロプロセッサを含み、スマート充電装置と通信するために、ホスト装置に現在の充電状態およびバッテリー充電パラメータの形で情報を提供するスマート・バッテリー装置を提供することである。

本発明のさらにもう一つの目的は、電圧、電流および温度のようなバッテリー動作パラメータをモニタし、それにより任意の充電状態から急速充電または最適充電を行うことができる、再充電可能なバッテリーを制御するためのマイクロプロセッサを含むスマート・バッテリー装置を提供することである。

本発明のさらにもう一つの目的は、ある放電率および他の放電率でのバッテリー残りの使用可能時間のような予測データを計算する、再充電可能なバッテリーを制御するためのマイクロプロセッサを含むスマート・バッテリー装置を提供することである。

本発明のさらにもう一つの目的は、アナログおよびデジタル部材を持つ特殊用途向け集積回路（ASIC）であるスマート・バッテリー装置を提供することで

ある。

本発明のさらにもう一つの目的は、電圧、電流および温度のようなバッテリー充電パラメータを測定するためのアナログーデジタル（A/D）コンバータを含むスマート・バッテリー装置を提供することである。

本発明のさらにもう一つの目的は、それぞれバッテリーの充電電流および放電電流を表す正と負のアナログ信号の両方を変換するためにバイポーラ動作を行うことができる、単一の正の電源を持つA/Dコンバータを備えたスマート・バッテリー装置を提供することである。

本発明のさらにもう一つの目的は、ASICのアナログおよびデジタル部材が、改善された精度、および最少の消費電力による高いA/Dコンバータ解像度用に開発されたCMOS半導体技術からなる上記スマート・バッテリー装置を提供することである。

本発明のさらにもう一つの目的は、名目的な放電が行われた場合に、事実上電力を消費しないスリープ・モードに入るマイクロプロセッサを持つスマート・バッテリー装置を提供することである。

本発明のさらにもう一つの目的は、RAM付きのマイクロプロセッサを持ち、装置がスリープ・モードになったときRAMメモリの内容を保持するための装置を含むスマート・バッテリー装置を提供することである。

本発明のさらにもう一つの目的は、バッテリーが一時的にショートしたとき、RAMメモリの内容を保存するためのショート保護手段を含むスマート・バッテリー装置を提供することである。

本発明のさらにもう一つの目的は、上部または後で形成した層内に容易にROMのプログラミングをすることができるプロセスにより製造されるROMメモリを含むスマート・バッテリー装置を提供することである。

本発明のさらにもう一つの目的は、ROMメモリを含み、それにより金属マスク内でROMのプログラマミングが行われるスマート・バッテリー装置を提供することである。

さらに、本発明の一つの目的は、誤差が時間の関数であると考えられる場合に、測定誤差、索引テーブルからの内挿等を考慮にいて、誤差処理アルゴリズム

を

内蔵しているスマート・バッテリー装置を提供することである。全体の誤差が予め定めた数値より大きい場合には、ある種の動作モードが使用不能になり、特に変数にはデフォルト値が代入され、その結果、誤差が小さくなる。LEDバッテリー・パック・ディスプレイのように情報が表示される場合には、さらに誤差を考慮に入れることができる。例えば、容量－容量の全誤差の数値を表示することができる。誤差があまり大きすぎる場合には、充電状態の終わりを決定するための最終基準を、例えば、誤差により影響を受けた基準の代わりにdUを使用して、変更することができる。

本発明の上記および他の目的は、電力を供給し、予め定めたバッテリーのパラメータを、電力管理システムを持つ外部装置に報告するスマート・バッテリー装置により達成することができる。上記バッテリーは、

(a) 遠隔装置の指定または決定に従って、放電モードの場合には、電力を外部装置に供給し、充電モードの場合には電力の供給を受けるために一組のターミナルに接続している少なくとも一つの再充電可能なセルと、

(b) 外部装置へ、予め定めたバッテリー識別および充電パラメータを報告するためのデータ・バスと、

(c) 上記ターミナルのところでバッテリー電圧および電流を表すアナログ信号を発生し、上記セルのところでバッテリー温度を表すアナログ信号を発生するためのアナログ手段と、

(d) 上記アナログ信号を受信し、それをバッテリー電圧、電流および温度を表すデジタル信号に変換し、上記デジタル信号から時間の経過中の実際の充電パラメータを、下記のアルゴリズムによる計算を含む計算により計算するためのハイブリッド集積回路(IC)と、

$$CAP_{rem} = CAP_{Fc} - \Sigma I_d \Delta t_d - \Sigma I_s \Delta t + \Sigma \epsilon_c I_c \Delta t_c$$

但し、 ϵ_c はバッテリー電流および温度の関数であり、 I_s はバッテリー温度および CAP_{Fc} の関数である。

(e) 名目上完全に放電した場合でも、予め定めたバッテリー識別と、少なくとも

も全充電容量および残りの容量を含む実際の充電パラメータを記憶するために、上記のハイブリッドICに内蔵されているデータ・メモリと、

(f) 上記データ・バスを通して、上記遠隔装置に上記の予め定めたバッテリー識別および上記の実際の充電パラメータを含むバッテリー・メッセージを送るために、上記のハイブリッドICに内蔵されているバス・コントローラとを含む。

上記式には、各完全充電（EOC）および各完全放電の度毎に、容量の計算値によってCAPFCの数値を自ら修正する、後で説明するリセット論理が重畳する。

本発明の他の優れた点および利点は、本発明の好適な実施形態を示す添付の図面を参照しながら、下記の詳細な説明を読めば明らかになる。

図面の簡単な説明

図1は、ホスト・コンピュータおよびバッテリー充電装置に接続しているスマート・バッテリー装置のブロック図である。

図2(a)は、本発明で使用する特殊用途向け集積回路（ハイブリッドIC）のピンアウト図を含む、スマート・バッテリー装置およびコネクタの簡単なブロック図である。

図2(b)は、本発明のスマート・バッテリー装置のマイクロコントローラを含むハイブリッドIC32の簡単なブロック図である。

図3は、アルゴリズムの主な特徴を示す全体的なフローチャートと、本発明のスマート・バッテリー装置の制御方法である。

図4は、A/Dコンバータ60の全体的な略図である。

図5(a)は、直流電圧シフト回路配置の略図である。

図5(b)は、直流電圧シフト回路配置の第二の実施形態である。

図6は、A/Dコンバータ60の回路配置の略図である。

図7は、図6のA/Dコンバータの動作の段階図である。

図8(a)は、通常およびサンプル動作状態での動作サイクルのタイミングで

ある。

図8 (b) は、ある動作サイクルの種々の測定の概略の時間の長さである。

図9 (a) は、スマート・バッテリー装置に内蔵されているROMのサンプル

遷移装置の略図である。

図9 (b) は、従来技術によりプログラムしたROMのトランジスタ装置の略図である。

図10 は、電源オン・リセット85およびRAMラッチ解除回路85の詳細な略図である。

図11 は、コンパレータ覚醒回路80の詳細な略図である。

図12 は、IUT (電流、電圧および温度) 計算プログラム200のフローチャートである。

図13 (a) および図13 (b) は、本発明のスマート・バッテリーの電流容量および自己放電の量を計算するために、マイクロプロセッサにプログラムされたシーケンシャルなプロセス151のフローチャートである。

図13 (c) は、そのターミナルへ流入し、そのターミナルから流出する充電量および放電量を計算するための積分プログラム400である。

図14 (a) - 図14 (c) は、バッテリーの充電量が増大している場合に、バッテリーの最終状態を決定するために、マイクロプロセッサにプログラムされたシーケンシャル・プロセス500のフローチャートである。

図14 (d) は、セル・プログラム700の学習番号のフローチャートである。

図15 (a) および図15 (b) は、バッテリーの充電量が減少している場合に、バッテリーの最終状態を決定するために、マイクロプロセッサにプログラムされたシーケンシャル・プロセス600の論理フローチャートである。

図16 は、スマート・バッテリーとホスト・コンピュータまたはバッテリー充電装置との間で通信が行われたとき起動する、処理要求ルーチンの論理フローチャートである。

図17 は、スマート・バッテリーにデータを書き込むためのブロック書き込み

ルーチンの詳細な論理フローチャートである。

図18は、スマート・バッテリーからデータを読み出すためのブロック読みだしルーチンの詳細な論理フローチャートである。

図19は、外部装置にアラーム状態を同時通信するときに、スマート・バッテリー・システムにより起動される論理ステップを示すフローチャートである。

図20は、バッテリー充電装置に充電状態を同時通信するときに、スマート・バッテリー・システムにより起動されるステップを示す論理フローチャートである。

図21は、メッセージを同時通信するときに、スマート・バッテリー・システムにより起動されるステップを示す論理フローチャートである。

図22(a)は、放電電流および温度の関数としての残りの予測容量値を示す索引テーブルの三次元グラフィックである。

図22(b)は、放電電流および温度のバッテリーの相対的状态の関数としての、自己放電電流(垂直軸)の量を示す索引テーブルの三次元グラフィックである。

図22(c)は、充電、充電電流および温度の相対的状态の関数としての、充電効率係数を示す索引テーブルの三次元グラフィックである。

図23は、六つのセル・バッテリー・パックの種々の放電電流率でのバッテリー容量の特性の計算値の比較を示す、二つの電圧対時間経過のグラフaおよびbである。

好適な実施形態の詳細な説明

本発明のスマート・バッテリー装置は、システム管理バスおよびスマート充電装置を備えた、ポータブル型コンピュータ、ポータブル型ビデオ・カメラまたはセルラーホンのようなインテリジェント・ホスト装置、またはシステム管理バスを通して、データの送受信を行うことができるシステム電力マネージャを備えたインテリジェント・ホスト装置と一緒に使用するためのものである。

図1に上記システムのそれぞれの例を示す。この図1においては、スマート・バッテリー10は、電力平面およびポータブル型コンピュータまたはその他のイ

ンテリジェント装置であるホスト装置16と通信する二方向修正12Cデータ・バス（通信インターフェース）であるシステム管理バス14を通して、エネルギーの送受を行うために、電力平面に接続している。ホスト装置16は、スマート・バッテリー10、またはシステム電源18および従来の交流電源20から電力の供給を受けることができる。システム電源、すなわち、電源管理システムは、

また電源によるスマート・バッテリーに供給される充電率および充電時間を決定するための使用することができるスマート充電装置22と通信する。スマート充電装置22は、またシステム管理バス14と通信し、別のライン・フィード24を通して、バッテリー・セル温度を表す温度信号を受信することができる。システム管理バス14（二方向修正12Cデータ・バス）の機能の詳細については、インテル／デュラセル（D u r a c e l l）システム管理バス14仕様、0.95版（1994年4月）を参照されたい。

システム電力管理システム管18は、スマート・バッテリー10の充電状態、および交流電源20のところに電力があるかないかにより、電力平面12へ電力を供給したり、電力平面12から電力の供給を受けることができる。

スマート充電装置22は、充電特性を知るためにスマート・バッテリー10に周期的にポーリングを行い、スマート・バッテリーの充電要求にマッチするように出力を調整することができる。必要な場合には、またホスト装置のユーザが選択した場合には、スマート充電装置22は、スマート・バッテリーの充電率要求を無視して、より大きな電流率または急速電流率でスマート・バッテリーを充電することができる。ホスト装置のユーザは、スマート・バッテリーの要求を必ずしも無視する必要はない。後で詳細に説明するように、スマート・バッテリーは、周期的に必要な充電電流をすべてのバッテリーに供給することもできるし、またスマート充電装置22は、充電電流についてスマート・バッテリーにポーリングを行うこともできる。ホストまたは充電装置は、スマート・バッテリーの要求に応える必要はなく、要求された電力より大きなまたは小さな電力を供給することができる。

ホスト装置16は、システム管理バス14を通してスマート・バッテリーと通

信することができ、システム管理計画で使用するための情報をバッテリーに要求し、それによりホスト装置のユーザに、バッテリーの現在の状態および能力についての情報を供給することができる。ホスト装置16は、またアラーム状態、残留容量がユーザが設定した域値以下に下がった状況、残りにの用可能時間がユーザが設定した域値以下に下がった状況、または放電信号の終了を含む、重要な事象の通知を受信する。アラーム状態は、過充電、過度の温度上昇、残留容量が所

定の容量またはユーザが設定した容量以下に下がった状態、または使用可能時間が所定の時間またはユーザが設定した時間以下に下がった状態を含むが、これに限定されない。

後で詳細に説明するように、スマート・バッテリーは、バッテリーから流出する瞬間電流値、所定の時間内の平均電流値、現在の温度および現在の電圧を報告することができる。

スマート・バッテリーは、またバッテリーが充電されているのか、または放電しているのか、充電が完了したか、またはバッテリーが完全に放電状態にあるのかを示す、多数のバッテリー状態インジケータも報告する。

さらに、スマート・バッテリーは、現在の使用状態での残りの使用可能時間、平均電流で使用した場合の残りの使用可能時間、最適電流で使用した場合の残りの使用可能時間、およびホスト装置が選択した電流レベル（放電レベル）での残りの使用可能時間を含む、計算値を供給することができる。

スマート・バッテリー装置10は、また製造年月日、セルの化学的データ、設計電圧および一意の装置識別番号を含むことができる、所定の一組のバッテリー識別パラメータを含むことができるように製造された読み取り専用メモリ（ROM）を備えている。スマート・バッテリーの最適使用および充電パラメータの選択の助けになるように、ホスト装置またはスマート充電装置の所定のバッテリー識別番号を入手することができる。

スマート・バッテリーは、また必要な充電電流の勧告、完全充電までの残り時間、完全に充電した場合に使用することができるバッテリーの容量、バッテリーの充電または放電が行われた回数を報告することができる。

本発明のスマート・バッテリーは、埋設マイクロプロセッサと、バッテリーからアナログ信号を受信し、それをバッテリーの電圧、電流および温度を示すデジタル信号に変換するための新規なアナログーデジタル・コンバータを含む、ハイブリッド集積回路（IC）を使用する。その後、スマート・バッテリーのマイクロプロセッサは、残留容量 CA_{Pre} が、有効な充電、放電および自己放電の調整を反映するために、絶えず新しい数値を割り当てられるバッテリーの残留容量である所定のアルゴリズムに従って、上記デジタル信号から時間の経過中の実際の

充電パラメータを計算する。

バッテリーに対して行われる充電は、電流、温度および充電の相対的状态の関数である効率係数により、測定および調整される。残留容量 CA_{Pre} 、および充電の相対的状态 SOC は、同じもの（残留バッテリー容量）を表していて、充電の相対的状态が最後の完全充電容量のパーセンテージとして表示されている点が異なっていることを指摘しておきたい。充電効率は、上記変数の関数として決まる数値であり、後で図22（c）のところで説明する索引テーブルから見つけ出すこともできるし、電流、温度および充電状態に従って、充電効率行動をステップに従って近似する式により計算することもできる。充電効率係数は、レスポンス式により計算することもできるし、メモリに記憶されているいくつかの異なる数値間の内挿により入手することもできる。

同様に、残留バッテリー容量 CA_{Pre} は、時間の経過中の放電測定値によって決定することができる。残留容量の予測モデルにより、現在の電流および温度に対する CA_{Pre} の期待値を決定することができる。この予測モデルを使用して、バッテリー電圧が、現在の放電電流に対する所定の遮断電圧まで下がる時も推定することができる。この残留容量モデルは、公式によっても計算することができるし、放電電流および温度の関数としての残留容量の数値を記載している索引テーブルから得ることもできる。

最後に、自己放電を差し引くことによって CA_{Pre} の調整も行われる。自己放電は、温度および充電状態の関数として計算され、バッテリーが放電状態にあ

ろうが充電状態にあらうが、常に CA_{Pre} から差し引かれる。自己放電は、自己放電を温度および充電状態の関数として予測する、同一セルの化学的データの経験的モデルの索引テーブルから知ることもできるし、マイクロプロセッサによって計算することもできる。

後で詳細に説明するように、 CA_{Pfc} は、容量アルゴリズムに内蔵されているリセット論理のために、自己修正される学習数値である。容量アルゴリズムは、最適充電電流が使用されているか、または高い方の温度制限値に達している場合に、全充電電圧での負の電圧勾配、所定の率を越える温度上昇、または CA_{Pfc} 値の $100 - 150\%$ の数値に等しい計算充電状態を含む、四つのタイプの充電

終了 (EOC) 信号によって起動する。上記四つのタイプの条件の最初の三つの条件に遭遇したとき、リセット論理は、現在の CA_{Pre} を前の CA_{Pre} にリセットし、完全充電状態フラグをセットし、ホスト装置および充電装置に充電を終了するように信号を送る。高い方の温度制限に到達している場合には、充電を終了させるための信号だけが発生する。

充電アルゴリズムは、 0.9 ボルト／セルと 1.1 ボルト／セルとの間、好適には 1.02 ボルト／セルの放電終了 (EOD) 信号に反応したときに、現在の放電状態の積分を終了する。この時点で、それは、放電電流の積分値による決定に従って、また放電電流および温度の関数として、 CA_{Pre} を残留容量の新しい学習値にリセットする。

後で詳細に説明するように、リセット論理は、 CA_{Pfc} を EOD 信号作動した関数としてリセットする。それ故、スマート・バッテリーの実際の容量に対する新しい CA_{Pfc} 値は、各完全放電サイクルの終了後、最後の完全に積分されたバッテリー放電サイクルの関数として知ることができる。それ故、本発明のスマート・バッテリー 10 は、各 EOC および各 EOD でその容量を再度調整するために、一つの全サイクル中に CA_{Pfc} を自ら修正することができ、破局的メモリの故障により以前のすべてのバッテリーの経歴が消えてしまっても、一回のサイクル内の全バッテリー容量を再び知ることができる。それ故、本発明のスマート・バッテリーは、実際の容量を正確に予測することができ、通常 2400mAh バ

ッテリーに対して、数分以内に空になるまでの残りの使用可能時間を、修正して予測することができる。

図2に、本発明のスマート・バッテリー10をさらに詳細に示す。この図は、スマート・バッテリー、高度設計多重ピン・コネクタ、および本発明で使用するハイブリッドASIC32のピンアウト図を含む、バッテリー・モジュール28の簡単なブロック図である。図2(a)に示すように、スマート・バッテリー装置10は、ニッケル水素(NiMH)セル、またはニッケル・カドミウム(NiCd)セルを使用することができる、全体を参照番号26で示した複数の再充電可能なセルを含む。

以下の明細書中では、公称2400mAhの容量を持つ六つのNiMHセルについて説明するが、それは単なる説明上便宜的にそうしたのであって、本発明はそれにより制限されるものではない。このようなセルの配置は、特にポータブル型コンピュータに電力を供給するのに適している。

適当な高度設計多重ピン・バッテリー・コネクタ30は、図1のところですでに説明したように、スマート・バッテリーをホスト装置16または電源18に接続するのに使用される。この多重ピン・コネクタ30は、最初のセルの正のターミナルに接続している正の電源ターミナル31と、最後のセルの負のターミナルに接続している負の電源ターミナル33を含む。図2(a)に示すように、その間に複数の再充電可能なセルを接続することができる。

スマート・バッテリー・モジュール28は、マイクロプロセッサ50(図2(b))を含むハイブリッドIC32と、バッテリー電圧、電流および温度を示すアナログ信号を発生するための複数のセンサ手段とを含む。上記モジュールは、またLED駆動回路53によって駆動される一連の四つのLED34と、バッテリー・モジュールがホスト装置16から取り外された後でも、バッテリーの充電状態を判断するために、エンド・ユーザが手動で作動することができるスイッチ35とを含む。LED34は、以下に説明するように、論理計面の相対的充電状態(SOC)を表すために使用することができる。充電状態が75%より大きい場合(または100%より小さい場合)には、四つのすべてのLEDが点灯する

。SOCが50-75%の場合には、三つのLEDが点灯する。SOCが25-50%である場合には、二つのLEDが点灯する。SOCが10-25%である場合には、一つのLEDが点灯する。SOCが10%以下である場合には、一つのLEDが点滅する。上記のように、相対的SOCは、最後の全容量に対する残留容量である。

図2(a)および2(b)に示すように、ハイブリッドASIC32は、また時間経過中のバッテリー電流の積分の時間の基準として使用され、またスマート・バッテリー10に再び電力を供給した場合、長いスタンバイの後で確実に安定したスタートアップを行うために使用される固定周波数で動作する外部クリスタル36を含む。本発明のスマート・バッテリーは、ハイブリッドIC32に内蔵され、ハイブリッドIC、その内蔵A/Dコンバータ60および外部クリスタル

36に対する動作クロックとして使用される、二つの独立のオシレータ、低電力RCオシレータ48を使用する。後で詳細に説明するように、外部クリスタル36は、内部オシレータの精度に悪影響を与える恐れがあるバッテリー温度とは無関係に、バッテリー状態を正確に測定し、積分するために、所定の時間経過後に測定周期を再スタートさせるために使用される。外部クリスタル36の周波数の数値は、10-66kHzの範囲であればよいが、好適には32kHzであることが好ましく、オシレータ48の周波数の数値は450-460kHzの範囲内であればよい。

ハイブリッドIC32は、高度RISCアーキテクチャのMikron GmbH社のローコスト、高性能、CMOS 8ビット・マイクロコントローラ(μP)50を含む。(2サイクルであるプログラムのブランチを除いて)すべてが単一サイクル命令である、数を減らした一組の32の命令、およびハーバード・アーキテクチャ計画により、最少の電力消費で高いレベルの性能を発揮することができる。このマイクロプロセッサは、12ビット幅の命令パスおよび8ビット幅のデータ・パスにより、DCから10MHzの任意のクロック入力で動作する。自由にプログラムすることができるカウンタ/タイマが、自由にプログラムすることができるウォッチドッグ・タイマと一緒に設置されている。さらに、マイク

ロプロセッサは、直接モード、間接モードおよび相対アドレス・モードでアドレスすることができる。マイクロプロセッサ50は、ドイツのエッチングのプレスロー通り1-3、D85386所在のMikron GmbH社から市販されているし、また米国のチャンドラー所在のマイクロチップ・テクノロジー社を通して米国でも入手することができる。

ハイブリッドIC32は、また後で説明するバッテリー電圧、電流および温度を表すデジタル信号を発生させるために、外部のアナログ・センサと一緒に使用される複数のアナログ回路を含む。

例えば、図2(a)に示すように、バッテリー電圧は、各測定期間の短い時間中に電圧を測定し、それによりバッテリー・セル26の電流消費を最も少なくするために、ハイブリッドIC32のNMOSトランジスタによって、内部で切り替えられるR1およびR2を含む電圧分割回路から得ることができる。

バッテリー温度の測定は、図2(a)に R_{NTC1} で示す、温度の変化により抵抗値が変化するNTCサーミスタにより行うことができる。抵抗R3は、 V_{ASS} （負のアナログ電源電圧）、 V_{TEMP} （温度電圧入力）、およびハイブリッドASIC32により、ピン V_{REF1} のところで、サーミスタ／抵抗列に供給される基準電圧である V_{REF1} の間に電圧分割回路を形成するために、直列に接続している。温度電圧入力は、 V_{TEMP} のところで下記式により測定される。

$$V_{TEMP} = \frac{R3}{R3 + R_{NTC1}} \times V_{REF1}$$

但し、NTC1値は25℃で10キロオームであり、温度と共に変化する。必要な場合には、バッテリー温度を計算するために、複数の温度値および複数の V_{TEMP} 値が記載されている索引テーブルを指定することができ、IC32内でマイクロプロセッサにより、上記数値間に温度を直線的に内挿する。

バッテリー電流の測定は、図2(a)に R_{shunt} で示す、バッテリー・セルとセル・パック26の負のターミナル33に直列に接続している分流抵抗を通して行われる。上記分流抵抗の抵抗値は低く、バッテリーのセルの数および用途に従って1-200オームの範囲内の任意の値をとることができる。分流抵抗の電圧

降下は、A S I C 3 2 の分流抵抗の正の入力ピンである V_{SHUNT} と、負のアナログ電源電圧たる V_{ASS} との間で感知される。

図 2 (b) に示すように、バッテリー電圧、電流および温度を表すアナログ信号が入手されると何時でも、これらデータは A S I C のマルチプレクサ、またはデジタル変換のために、A / D コンバータ 6 0 に一度に一つのアナログ信号だけを入力することができる切り替えネットワーク 5 5 に入力される。上記切り替えネットワークは、図 2 (b) に示すライン 5 5 ' を通して、A / D コンバータに、変換対象の測定のタイプに従って行われる、積分サイクルの量を知らせるためのデジタル論理回路と一緒に動作する。例えば、図 8 (a) のところで後でさらに詳細に説明するように、電圧または温度測定が行われている場合と比較して、もっと高いビット解像度を確実に実現するために、電流測定変換を行うときには、もっと多くの積分サイクルが必要になる。

図 4 は、A / D コンバータ 6 0 全体の略図である。この好適な実施形態の場合には、A / D コンバータ 6 0 は、バイポーラ、高解像度、増分シグマ・デルタ・コンバータであり、三つの部分からなる。すなわち、A / D に対してアナログ・アースとして使用されるプリセット・アナログ電圧を供給するバンドギャップ参照回路 6 2 ; 現在の電圧を、A / D に対する全スケール電圧として使用するアナログ電圧に分割する電圧分割ネットワーク 6 4 と ; アナログ信号をライン 6 9 でデジタル語出力に変換するためのシグマ・デルタ回路 6 6 からなる。I C オシレータからのクロック入力を持つ A / D 制御回路 6 8 は、測定のタイプにより異なる解像度を持つシグマ・デルタ・コンバータを制御する。例えば、本発明のある実施形態の場合には、A / D コンバータは、13 ビットの解像度と、現在の測定に対して 300 - 400 ミリ秒の範囲内の変換時間を持つように構成され、10 ビットの解像度御電圧および温度測定に対して 30 - 60 ミリ秒の範囲の変換時間を持つように構成されている。後で説明するように、各動作サイクル内の電圧、電流および温度測定のタイミング図を、図 8 (a) の動作サイクル図のタイミングに 5 8 a で示す。

本発明のある実施形態の場合には、A / D コンバータの電圧分割回路 6 4 は、

プリセット・バンドギャップ基準電圧を、下記の全スケール電圧、すなわち、バッテリー電流測定用の全スケール電圧として使用される150mVの信号；バッテリー・パック電圧測定用で、バッテリー・セルの数によって異なる全スケール電圧として使用される150mV、250mVおよび350mVの信号；バッテリー温度測定用の全スケール電圧として使用される150mVに分割される。

スマート・バッテリー装置のA/Dコンバータは、図4および図6のところですでに説明したシグマ・デルタコンバータ回路66を使用する。バイポーラ変換を行うことができるシグマ・デルタ・コンバータ回路66の詳細については、図5(a)、図5(b)および図6および図7を参照しながら後で詳細に説明する。図6は、特に、積分回路88およびコンパレータ回路89への入力用、および制御および論理回路68への出力用の図6に V_{IN} で示す、正および負の電圧値を受信するための切り替えコンデンサ・ネットワークを示す。参考文献中には、ジャクス・ロバート等の(1987年の)ソリッドステート回路のIEEEジャーナ

ルのsc-22巻、2号、157-159ページの「16ビット低電圧CMOS

A/Dコンバータ」には、スマート・バッテリー装置のA/Dコンバータで実行されているものに類似の、4 μ m CMOSを実行する増分(積分)シグマ・デルタ・コンバータ、切り替えコンデンサ技術が開示されている。参考文献に記載されているのは、コンバータのコアを形成している切り替えコンデンサ積分装置のように、すべての信号が電流ではなく、電荷により表されているために、クロック周波数およびクロック波形の変動にほとんど影響されない、簡単な、ユニポーラA/Dコンバータである。

従来技術の場合には、正および負の入力電圧を測定するには、正の電源の他に負の電源が必要である。それ故、スマート・バッテリー放電電流のような負の電圧(または電流)を測定したい場合には、(インバータのような)外部部材および余分の電力を消費する回路が必要となり、本発明のスマート・バッテリー装置で必要とするような低電力用途用の上記回路の使用の可能性は少なくなる。その代わり、この欠点を克服するために、本発明のA/Dコンバータ60は、負の電

源を使用しないが、仮想アースとして使用するために、入手可能なチップ上に装着されたA/Dバンドギャップ基準電圧「AGND」を使用している。「仮想アース」を使用するというコンセプトは、コンデンサに蓄えられた電圧は、事実上電荷の損失を生じないでアナログ・スイッチを使用して、他の直流電圧基準点に移すことができるという事実に基づいている。

図5(a)は、三つのスイッチS1-S3、四つのコネクタA1-A4および(容量がC1の)コンデンサC1からなる直流電圧シフト回路装置の第一の実施形態を示す。コネクタA1-A4の電位は、それぞれ Φ_1 - Φ_4 である。図5(a)に示すように、スイッチS1および並列に接続しているスイッチS2およびS3の組み合わせは、コンデンサC1の対向するターミナルに接続している。

以下に本発明の回路装置の動作を説明する。最初、スイッチS1およびS2はオンになっていて、スイッチS3はオフになっている。コンデンサは電位差 $\Phi_1 - \Phi_2$ により自分自身を充電し、電荷 $C1 \times (\Phi_1 - \Phi_2)$ を蓄える。

本発明のプロセスの次のステップにおいては、スイッチS1およびS2はオフになり、コネクタの一方の電極は、スイッチ3を通して電位 Φ_3 に接続する。現在、

コンデンサC1には、 Φ_3 および Φ_4 の電位を持つコネクタA3およびA4との接続を通して、タップオフすることができる電圧 $\Phi_3 + (\Phi_1 - \Phi_2)$ が掛かっている。

図5(b)は、直流電圧シフト回路の他の実施形態を示す。この実施形態の場合には、追加のスイッチS4が設置されていて、それをオフにすると、スイッチS1をオンにしたとき、コネクタA3およびA4に掛かる電圧 $\Phi_3 + (\Phi_1 - \Phi_2)$ の、タッピング・オフの電位 Φ_1 が掛からないようにすることができる。

図6は、切り替えコンデンサA/Dコンバータの本発明の回路装置の簡単な回路図である。A/Dコンバータ66は、積分装置として使用される演算増幅器88とコンパレータとして使用される演算増幅器89を含む。ライン91によるコンパレータ89の非反転入力は、積分回路の出力に接続している。コンパレータ89の反転された入力および積分装置88の非反転入力は、基準電位AGND(

アナログ・アース = 1.25 ボルト) に接続している。積分装置 88 の出力電圧が、基準電圧 A G N D より高い場合には、コンパレータ 89 の出力は「ハイ」になり、積分装置 88 の出力電圧が、基準電圧 A G N D より低い場合には、コンパレータ 89 の出力は「ロー」になる。ライン L 1、L 2、L 3 および L 4 により、積分装置 88 または、本質的には、積分装置 88 の反転入力および出力は、それと共に並列にコンデンサ C 2 を容量 C 2 に接続する。コンデンサ C 2 は、コンデンサ C 2 の放電を行うことができるライン L 1 および L 5 を通して、それに並列に接続しているスイッチ S R を含む。ライン L 6 を通して、積分装置 88 の反転入力は、スイッチ S 5 およびライン L 7 をにより、容量が C 1 のコンデンサ C 1 と接続している。ライン L 8 は、スイッチ S I およびライン L 4 を通して、ライン 7 を積分装置 88 の出力に接続している。ライン L 9 は、図 6 で積分装置 88 の方を向いているコンデンサ C 1 の電極を、ライン 10 に接続している。このライン 10 は、ライン L 11、L 12 および L 13 を通して、S 4、S 7 および S 6 に接続している。コンデンサ C 1 の他方の電極には、ライン L 14 が接続していて、このライン L 14 は、スイッチ S 3 を通して、基準電圧 A G N D = 1.25 ボルトに接続している。ライン L 15 は、ライン L 14 と接続していて、ライン L 16、L 17 および L 18 を通して、図 6 の積分装置 88 に対して反対方向を向いているコンデンサ C 1 の電極を、スイッチ S 2、S 1 および S 8 に接続

している。チップ $V_{ss} = 0$ ボルトの内部の塊は、ライン L 19 および L 20 を通して、スイッチ S 8 および S 6 にそれぞれ接続している。この場合、スイッチ S 8 および S 6 を適当にオン／オフすることにより、電圧 V_{ss} をコンデンサ C 1 の両方の電極に加えることができる。デジタル化される入力電圧 V_{IN} は、ライン L 21 および L 22 を通して、スイッチ S 1 および S 7 に接続している。この場合、スイッチ S 1 および S 7 を適当にオン／オフすることにより、入力電圧 V_{IN} をコンデンサ C 1 の二つの電極の一方に加えることができる。A/D コンバータの解像度を決定する基準電圧 V_{REF} は、ライン L 23 および L 24 を通して、スイッチ S 2 および S 4 にそれぞれ接続している。この場合、例えば、150 ミリボルトの基準電圧 V_{REF} を、コンデンサ C 1 の二つの電極の一方に加えることがで

きる。スイッチ S_1, \dots, S_8, S_R および S_I は、好適には CMOS スイッチ、特に CMOS 転送ゲートであることが好ましい。入力電圧 V_{IN} 、基準電圧 V_{REF} および A/D コンバータの入力コンデンサ C_1 を持つ塊 V_{ss} の接続は、当業者にとっては周知である。本発明の場合には、スイッチ S_3 を通して、基準電圧 $AGND = 1.25$ ボルト ($= V_{ss} = 0$ ボルト) は、入力コンデンサ C_1 に接続している。同様に、本発明の回路を通して、 V_{IN} 、 V_{REF} および $AGND$ を、簡単に、現在その異なる極性で充電が行われている、入力コンデンサ C_1 の両方の電極に加えることができる。

図 7 は、A/D コンバータの動作の段階図である。この図においては、 $S_1 - S_8$ 、 S_R および S_I は、図 6 の A/D コンバータ 66 のスイッチであり、 CK は図 7 のコンパレータ 89 のパルス信号、 CK' は別のタップオフしたパルス信号である。

この図においては、スイッチの状態は 0 と 1 の間を変動するが、この場合、1 はスイッチがオンになっていることを示し、0 はスイッチオフになっていることを示す。A/D コンバータの動作は、I、II、III および IV で表される四つの段階に分けることができる。段階 I はリセット、すなわち、リセット段階であり、段階 II は積分段階であり、段階 III は反転段階であり、段階 IV は極性または符号が反対の入力電圧の積分段階である。このサイクルは、ステップ i — — — x i v にさらに細かく分割することができる。図 7 のステップ i として示

すように、リセット段階 I においては、スイッチ S_R だけがオンになっていて、すべての他のスイッチはオフになっている。この場合、コンバータ C_2 は放電する。段階 II のスタートの時点では、図 7 のステップ ii として示すように、スイッチ S_1 および S_6 がオンになっていて、残りのすべてのスイッチはオフになっている。この場合、コンデンサは電荷 $\Delta Q = C_1 \times (V_{IN} - V_{ss}) = C_1 \times V_{IN}$ に充電される。ステップ iii においては、スイッチ S_3 および S_5 がオンになっていて、残りのすべてのスイッチはオフになっている。現在、コンデンサの一方の電極は、電位 $AGND$ に設定されていて、コンデンサ C_1 の他方の電極は、スイッチ S_5 をオンにすることにより、コンデンサ C_2 と接続する。そのため

、電荷がコンデンサC1からコンデンサC2に移動する。その結果、積分装置88が二つの入力電位を等しくするので、積分装置88の出力91には出力電圧 $V_{OUT} = -(C1/C2 \times V_{IN} + AGND)$ が現れる。ステップivにおいては、すべてのスイッチがオフになり、コンパレータ・パルスCKは1になる。このことは、コンパレータ89が V_{OUT} とAGNDとのを比較を行うことを意味する。別のサイクルは、この比較の結果によって違ってくる。ステップvにおけるスイッチの状態の表示は、下記のようになっていることを理解されたい。ステップvにおいては、スイッチS2-S8はオフになっているが、コンパレータの出力が0、すなわち、「ロー」である場合には、スイッチS2およびS6はオンになり、スイッチS1、S3、S4、S5、S7、SRおよびSIはオフになる。コンパレータの出力が1、すなわち、「ハイ」である場合には、スイッチS4およびS8はオンになり、S1、S2、S3、S5、S6、S7、SRおよびSIはオフになる。他の場合には、オフの状態に維持される。コンパレータの出力が0である場合には、出力電圧 V_{OUT} がAGNDより低いことを意味し、この場合、スイッチS2およびS6はオンになる。現在、コンデンサC1には V_{REF} と V_{SS} が掛かっている。コンパレータの出力が1の場合には、すなわち、 V_{OUT} がAGNDより高い場合には、スイッチS4およびS8がオンになり、それにより同様に V_{SS} および V_{REF} がコンデンサC1の両電極間に掛かることになる。しかし、コンパレータの出力が0である例の場合と比べると、符号または極性が反対になる。ステップVにおいては、スイッチS1、SRおよびSIはオフになり、ステップviにおいては、スイッ

チS3およびS5がオンになる（ステップiiiとの比較）。それによりコンデンサC1およびC2は相互に接続される。ステップiiiの場合のように、電圧AGNDがコンデンサC1の一方の電極に掛けられる。ここでもまた、コンデンサC1からC2への電荷の移動が起こり、その結果、電圧 $-(C1/C2) \times V_{REF} + AGND$ がステップivにおけるコンパレータによる比較結果に従って、積分装置88の出力電圧に加算されるか、または差し引かれる。段階IIのステップiからviまたはでの間に、AGNDに対してシフトされている基準電圧に

より、A G N D に対して位相シフトしている入力電圧の処理が行われる。同様に、積分装置 8 8 の非反転入力およびコンパレータ 8 9 の反転入力は A G N D 電位になり、それにより、出力電圧が A G N D 電位と比較され、コンパレータ 8 9 により、 $V_{ss} = 0$ ボルトとではなく、 $A G N D = 1.25$ ボルトとの比較が行われる。

以下にステップ v_{iii} から i_x を含む段階 I I I について説明する。この段階においては、A G N D を基準として、積分装置 8 8 0 の出力電圧 V_{out} の符号または極性の反転が行われる。段階 I I I 中最初から最後まで、スイッチ S 3 はオンになっている。段階 I I I 中スイッチ S 3 がオンになっているために、A G N D 電圧がコンデンサ C 1 の一方の電極に掛けられ、その結果、周知の A / D コンバータで行われるように、電圧 V_{out} も $V_{ss} = 0$ ボルトに対してではなく、A G N D に対して反転する。ステップ v_{iii} においては、スイッチ S 1 はオンになり、一方、スイッチ S 3 を除いて、残りのすべてのスイッチはオフになる。これにより、コンデンサ C 1 に電圧 V_{out} が一時的に掛かり、その結果、ステップ v_{iii} においては、スイッチ S R を除いて、すべてのスイッチはオフになる。スイッチ S R は実際にオンになり、それによりコンデンサ C 2 は放電する。ステップ i_x においては、すべての S 3 と共にスイッチ S 5 がオンになり、一方、残りのすべてのスイッチはオフになる。これにより、A G N D で位相シフトしている負の電圧が積分装置 8 8 の出力に掛かる。符号がマイナスになったのは、すでに説明したコンデンサ C 1 からコンデンサ C 2 への電荷の移動によるものである。段階 I V のステップ x においては、スイッチ S 7 および S 8 はオンになり、一方残りのすべてのスイッチはオフになる。ステップ i_i と比較すると、反対の極性の入力電圧 V_{in} がコンデンサ C 1 に掛かる。それにより、入力電圧の積分値の符号が変

わるが、このことはジャックス・ロバート等の上記文献の図 6 を見れば、よく理解することができる。ステップ x_i から x_{iv} は、ステップ i_{iii} から v_i に対応する。このことは、(V_{in} の符号が反対になっているステップ x だけにより) 入力電圧の積分が行われ、ステップ x_{iii} におけるコンパレータ 8 9 からの結果

に従って、($C_1 = C_2$ である場合に) V_{REF} がの加算または減算が行われることを意味する。14ビットA/Dコンバータの場合には、ステップ*i*を実行した後で、段階I I [(段階IおよびI I Iに対して) $2^{14}-2$] : $2 = 8191$ 回) および段階I Vが実行される。コンパレータの出力は、アップ/ダウン・カウンタに送られ、このカウンタは V_{REF} の加算または減算に従って、毎回そのカウントを1だけ増減する。その後、カウンタの結果は、 V_{REF} に対する V_{IN} の比の14ビット表現で表示される。段階I I IおよびI Vを必要とする理由は、 V_{IN} の反対符号の積分により、例えば、演算増幅器のオフセット誤差を報告したり、除去したりするからである。

多重ピン・コネクタ30は、システム管理バス・インターフェース75用の二つのピンを含み、このインターフェースは、シリアル・クロックI/Oライン38および二方向シリアル・データI/Oライン40を含む。上記のラインは、ハイブリッドIC32のSMBCLKおよびSMBDデータピンにそれぞれ接続している。上に概略説明したように、また以下に詳細に説明するように、スマート・バッテリーモジュール28は、記憶しているバッテリー・パラメータおよび計算したバッテリー・パラメータの両方を送るために、システム管理バスおよびデータライン40を通して、ホスト装置16およびスマート充電装置22と通信する。

スマート・バッテリー10は、また多重ピン・コネクタ30の負のターミナル、および温度またはサーミスタ・ライン42を横切って接続している独立のサーミスタ R_{NTC2} を含む。サーミスタ R_{NTC2} は、 R_{NTC1} のところですので説明したのと同じ方法で、バッテリーの温度を決定するためにスマート充電装置22により個別に使用することができる。

正のデジタル電源電圧は、複数の再充電可能なバッテリー・セル44から得ることができ、チップ用の正の電源電圧として、ピン V_{DD} を通してハイブリッドI

Cに供給される。ハイブリッドICに対する供給電圧は、必ずしもバッテリーの midpoint 46から得る必要はなく、例えば、三つのセルの等価電圧のような、約3-4.8ボルトの電圧の供給を受けるために、バッテリー・セルの一点から得るこ

ともできることを理解されたい。後で詳細に説明するように、正の電圧を供給するためにバッテリーの中点を使用すると、バッテリーがショートしたり、ターミナル31-33から外されたりした場合でも、ハイブリッドICに引き続き電力を供給することができ、A/Dコンバータ60は後で詳細に説明するように、バッテリーが放電しているのか、充電されているのかを判断することができる。(図2(a)にその一つを示す) 適当なヒューズ部材、および(図2(a)にその一つを示す) 正の温度係数(PTC)素子が、バッテリーのターミナルの一時的なショート、または他の熱による事象による非常な大電流および過度の温度上昇からバッテリーを保護するために、バッテリー・パック・セルに直列に設置されている。

図2(b)に示すように、ハイブリッドIC32は、さらに計算したバッテリー・パラメータを送るための1288ビットのレジスタまで記憶することができるRAMメモリ65と、(後で詳細に説明する) バッテリー容量計算アルゴリズムで使用する索引テーブルを記憶するためのROMメモリ67を含む。RAM、ROMおよびプログラムROMメモリの正確な量は、設計段階で選択され、計算したパラメータとプリセット・パラメータとの間の比が変化すると、上記数値も変化する。

図2(a)に示すように、追加コンデンサC4は、バッテリーのショートまたは一時的な電力の供給停止の際に、RAMの内容を完全に保持するためのバッファとしての働きをする。好適には、コンデンサC4は、負のアナログ電圧供給ターミナルに接続していて、その容量は、RAM漏洩電流によって決まる時間の間、埋設メモリ(RAM)に電源電圧を確実に供給することできるように選択される。好適な実施形態の場合には、一時的なショートが起こると、RAMに電力が供給される。しかし、好適には330nFの容量を持つことが好ましいコンデンサC4は、PTC素子が高い抵抗値まで上昇するために必要な時間の間、RAMに電源電圧を供給する。PTC素子は、バッテリー・パック・ターミナル間

のショートにより大電流が流れた場合に、バッテリー・ターミナル間のインピー

ダンスを大きくする。

ハイブリッド I C 3 2 は、さらにバッテリー容量を計算するためのスマート・バッテリー・モジュールによって使用される、種々のアルゴリズム、サブルーチン、メーカーに関するデータ、およびデータ定数をアドレスし、また記憶し、アラームやバッテリー充電装置制御コマンド等のようなメッセージを送り、外部装置からのメッセージ要求を処理するための最大容量が4キロバイトである追加 R O M メモリ 7 0 を含む。

プログラマブル R O M 発生装置は、拡散マスクングによる従来の R O M 発生とは異なって、金属マスク（図示せず）により実行される。永久に記憶するための情報に従って、トランジスタ拡散によりマトリックス装置に形成され、それにより拡散ステップにおけるトランジスタの分布により、情報が平面でコード化される。それ故、R O M 発生装置は、実際に R O M マトリックスを形成し、それにより M O S トランジスタが存在するか存在しないかが、論理「0」、論理「1」により表示される。プログラマブル・レベルの拡散を持つ R O M マトリックスの欠点は、C M O S プロセスの最初のステップの一つとして行われる拡散プロセスが、R O M の内容が変化した場合に変更できないことであり、そのため特定のタイプの R O M に対するウエファ・ストックを生産できないことである。

上記の欠点はあるものの、金属層内でプログラムすることができる R O M マトリックスの利点は、金属のレベルに達するまでの間に同じ基本的層を持つウエファ・ストックを製造することができることである。それ故、異なる R O M 内容を持つマイクロプロセッサ・グループを、低いコストおよび速い応答時間で製造することができることである。さらに、上または後で形成した層内に用途特有の情報で柔軟なプログラミングを行うことができる R O M の一部を予め製造することができる。

ハイブリッド I C それ自身は、13または14の層を含み、その中の9番目または10番目の層（すなわち、上部の層の一つ）は、金属層であり、その内部の金属の分布は R O M の記憶している内容によって特有なものになる。それ故、ハイブリッド I C R O M 製造プロセス中においては、先ず九つの層が形成され、

顧客の特殊なニーズ（すなわち、バッテリー・パックの特殊な特性）により、その上に四つのROMプログラミング層が形成される。

図9（a）は、プログラマブル層としての金属層を含むROMマトリックスである。マトリックス用の、例えば、71（a）のようなMOSトランジスタは、常にマトリックス上に存在し、論理「0」または論理「1」を示す。特に、図9（a）は、下記の一意のプロセスに従ってプログラムされるスマート・バッテリー装置のROM67である。表示のROMマトリックスは、WZ0、．．．WZ7で示す八本の語ライン67aと、SP0、．．．、SP8で示すスペース67bからなり、スペースSP1、SP3、SP5、SP7は、仮想アース・ライン73に接続している。マトリックスの各位置には、拡散ステップ中にトランジスタが形成されが、図9（a）はマトリックスの三つのトランジスタ71a、71bおよび87を示す。各語ラインに、論理「0」のプログラミングを行うために、トランジスタのドレーンまたは各ソース電極は、一つまたはそれ以上の連結トランジスタに対応するソースまたは各ドレーン電極により、金属マスクに接続している。上記のトランジスタのドレーンまたは各ソース電極は、それぞれギャップ・ラインまたは仮想アース・ライン73に接続している。図9（a）に示すように、語WZ7内のトランジスタ71aは、そのドレーン・ターミナルが、仮想アース・ラインSP7に接続している接続MOSトランジスタ87に接続するとき、論理「0」になるように接続している。

逆に、論理「1」は、ドレーンまたは各ソース電極が、図9（a）に示すように、共通ラインに、好適にはギャップ・ラインSP0、SP2、SP4、SP6、SP8に接続するように、それと共に形成される。そうすることにより、図9（a）に示すように、語WZ0のトランジスタ71bのようなトランジスタは、ショートされる。

それ故、トランジスタの接続は、金属マスクの用途により最初に決定される。通常の方法では、（接触を通して）二つの金属マスクがROM上に置かれる。この例の場合、好適には二つの金属マスクの下の方のマスク、すなわち、トランジスタに近い方のマスクは、ショート用および適用可能なトランジスタの接続に使用されることを理解されたい。トランジスタはショートされるので、接触用に使用

用される金属マスクの動作には影響を与えない。この金属マスクは、通常一番上の層の一つ、例えば、約14ある層の中の10番目の層であるので、本発明のROMの場合には、九番目の層まで予め形成しておいて、その後で用途に従ってプログラムしたり、製造することができる。

図9(b)は、通常のプログラムされたROMである。図9(b)を見れば、図9(a)ではショートしているトランジスタは、いかなる場合も、拡散マスクに形成されないことが理解できるだろう。図9(b)に示すように、存在していないトランジスタ71cは、上記のプロセスに従って、金属マスクでショートされたトランジスタ71bに対応する。

上記のように、ROMに記憶され、バッテリー容量等を計算するためのスマート・バッテリー・モジュールによって使用される、各アルゴリズム、サブルーチン、メーカ・データおよびデータ定数について、以下にさらに詳細に説明する。外部装置にバッテリー・パラメータを報告するためのスマート・バッテリー・アルゴリズムの詳細については、本発明の譲受人に譲渡された、出願人の同時継続特許出願の米国特許出願第08/318,004号を参照されたい。上記特許出願は、本明細書に組み込まれている。

図3に示すように、バッテリー動作システム10'は、最初、電力オン信号／リセット・インパルス信号11により使用可能となったか、またはマイクロプロセッサがスタートバイ・モードから抜け出すことを決定した後で、発生するスタンバイ信号13からの覚醒により使用可能になった、システムに電力を供給したときに始動する初期化ルーチン100を実行する。図2(b)および図10に示すように、ハイブリッドIC32は、電源電圧がASICに供給される度に、外部クリスタル・オシレータ36を作動し、システムをリセットするためにリセット・インパルス信号11を発生させる電力オン・リセット回路85を備えている。特に、このリセット・インパルスは、ハイブリッドIC部材に対して時間の基準を供給するもくてきで、内部の450kHzオシレータを精密に起動させるために、外部クリスタル・オシレータ36を始動する。この回路の域値は、1.2ボルトと1.6ボルトとの間であり、図10の回路で使用するトランジスタのタイプにより異なる。

より詳細に説明すると、図10に示すように、電力オンリセット回路85は、ハイブリッドIC電源 V_{DD} に接続している、 n -および p -チャネル・トランジスタを含むトランジスタ・ネットワークを含む。 V_{DD} が1.6-2.0ボルトの間に降下したことが感知された場合、またはバッテリーのショートにより、0.0ボルトになった場合、回路85のトランジスタは、RAMメモリ・ラッチ外し信号79を発生し、この信号はPMOS-トランジスタ85'をオフにし、RAMメモリ65のラッチを効果的に外す。すでに説明したように、バッファ・コンデンサC4の電圧は、RAMの漏洩電流によって決まる時間の間メモリの内容を保存する。

電力オンリセット信号11を受信した後、またはスリープ・モードから抜け出した後で、外部オシレータ36によって発生したトリガ信号17によってトリガされるまで、システムはスタンバイ・モード23（図3）に入る。上記外部オシレータは、500ミリ秒毎にシステムの動作をトリガするか、または後で詳細に説明するように、バス要求信号15により覚醒される。バッテリーの「スタンバイ」モードの場合、マイクロプロセッサは、動作サイクル・トリガ17または外部バス要求信号15を受信するまで、アイドル・モードになる。

〈アルゴリズム変数の初期化〉

上記の同時係属出願（US N 08/318,004）で説明し、（図4に）示した初期化ルーチンは、システムを最初に始動する場合に実行される。初期化ルーチンは、システムRAMに記憶するすべての数値をクリアし、すべてのシステム・デフォルト値を指定する働きをする。好適には、多くのデフォルト値が定数であり、システムのモードがスタンバイ・モードである場合に、すべてのRAMメモリが消失した場合のような緊急の状況で 사용할 ことができることが好ましい。

電力オンリセットおよび（後で説明する）チップがスタンバイ・モードから覚醒した場合、プログラムは最初のメモリ・アドレスからスタートする。RAMメモリが有効であるかどうかをチェックし、有効であれば、容量計算を継続して行うため、または（ROMデフォルト値を使用する）緊急モードを起動するか

どうかをチェックするために「チェックサム」試験が行われる。このような状況は、バッテリー電圧が低い場合にチップがスタンバイ・モードに切り替えられ、その後バッテリーが再充電されたときにオン・モードに戻った場合に起こる。

「チェックサム」試験が失敗した場合には、 μP は最初すべてのRAMバンクを完全にクリアし、その結果、内部で発生した較正済みフラグがクリアされ、後で詳細に説明するプロセス、バッテリー・パックのセルの数を知る必要が生じる。次に、（後で説明する）デフォルト値が、ROMからRAMへ移される。後で説明する容量計算の際に例外が生じるのを防止するために、必ず変数が指定されていない数値を含まないようにしなければならない。これにより、アルゴリズムは、すべてのRAMメモリの内容が失われた破局的緊急モードで動作することができる。その後、元のメーカーのデータを使用して、バッテリーのサービス・ステーションでバッテリー・システムの再フォーマットが行われたとき、重要変数のデフォルト値に修正値が代入される。

初期化ルーチンには、完全充電容量「全容量」の初期化、充電の相対的状态「SOC」および残留容量「Itf」値、および容量計算を確実に正しくスタートさせるための状態および他の変数が含まれている。それ故、このプログラムは、初期化ルーチンから抜け出す前に、電圧、電流および温度および自己放計算タイマのようなすべてのシステム・タイマをリセットする。その後、外部32kHzクリスタル36により、500ミリ秒毎に送られてくる各トリガ信号17により、容量計算がスタートする。

すでに説明したように、デフォルト値は、電力オン／リセットが行われたときに、確実に再充電可能なバッテリーの容量計算を行うことができるようにするために必要である。容量計算アルゴリズム151により使用される、同時係属出願（US SN 08/318, 004）に詳細に説明した重要なパラメータの好適な公称デフォルト値については、以下に説明する。

（以後「公称容量」と呼ぶ理論または公称容量である）設計容量は、1700-2400mAhの範囲内であるが、メモリの内容が消えてしまった後では、容量計算アルゴリズムは、デフォルト値、すなわち、好適な数値である2000mAhに戻り、新しい容量がそのレベルから報告される。再充電可能なバッテリ

ーパックのバッテリー・セルの数のデフォルト値は6であるが、この数値は、バッテリー・パックの実際の構成により変更することができる。AL-REM-CAP値は、残留容量アラーム・トリガ値を表し、その範囲は50mAh-500mAhである。好適には、AL-REM-CAPは、200mAhのデフォルト値（AL-REM-CAP-DEF）を持つことが好ましい。残留容量が、（電流および温度によるEDV後の残留容量（すなわち、残留容量修正）を考慮にいれない）残留容量がこの数値以下に下がった場合に、アラーム状態が発生する。AL-REM-TIME値は、現在の放電電流での推定残留使用可能時間を表し、1.0分から20分の範囲の数値をとることができる。好適には、AL-REM-TIME値は、10分のデフォルト値（AL-REM-TIME-DEF）を持つことが好ましい。（後で説明する）1分当たりの平均電流に基づく、電圧ブレークダウン（EDV）までの計算残留使用可能時間が、AL-REM-TIMEP数値より下がっている間は、アラーム状態が続き、バッテリーが充電モードになると、自動的に使用不能になる。AL-DTEMP値は、dT/dtアラーム・トリガ状態を表し、その範囲は1°K/分-5°K/分である。好適には、AL-DTEMPは、2°K/分のデフォルト値（AL-DTEMP-DEF）を持つことが好ましい。バッテリーが、その内部温度上昇（dT/dt）が、AL-DTEMP値より大きいことを検出した場合に、このアラーム状態が発生する。AL-HI-TEMP値は、高温アラーム・トリガを表し、その範囲は310°K-345°Kである。好適には、AL-HI-TEMP値は、328°Kのデフォルト値（AL-HI-TEMP）を持つことが好ましい。さらに、電力オン/リセットにより容量計算がスタートした場合には、完全充電容量（「全容量」は、報告されたバッテリーの完全充電容量を表す）は設計容量（公称容量）に初期化され、残留容量（「Itf」）は、全容量の1/8に初期化され、充電の相対的状态（SOC）は12.5%に初期化され、バッテリー状態は、容量減少モード、特に自己放電モードに初期化される。アラーム・タイマN-ALARMは10秒にセットされるが、これは、後で詳細に説明するように、ホスト装置および/またはバッテリー充電装置との間でアラーム状態が同時通信される時間の長さである。これらの数値は、ポータブル型コンピュータで使

用す

るためのNiMHの通常の数値であることを理解されたい。他のタイプのバッテリー化学またはポータブル型装置は、異なる一組のデフォルト値を必要とする場合がある。

図3に示すように、ステップ100においてシステムが初期化されると、バッテリーのモードは、スタンバイ・モードまたは保守モード23になり、この場合、バッテリーは、バス要求信号15により覚醒するか、500ミリ秒毎の外部クリスタル・トリガ信号17により覚醒する。バッテリーが、ステップ21において判断したように、バス要求信号15により覚醒した場合には、バッテリーは、ステップ25に示す処理要求ルーチンにより、上記要求を処理するが、この場合、その後はバッテリーのモードは、スタンバイ・モードになる。要求25を処理するためのルーチンについては、後でさらに詳細に説明する。

システムが通常の外部クリスタル・トリガ信号17によりトリガされ、またバス要求がない場合には、プログラムはバス要求を、（トリガ信号の前の約37ミリ秒間）使用不能にし、図3のステップ130に示すように、A/Dコンバータは電流動作サイクル中の電流、電圧および温度測定を行うことができる。その後、生の電流、電圧および温度の測定値のA/D変換を行うべきかどうかについての判断をするために、ステップ139において、「数値入手」状況フラグのチェックが行われる。このフラグがハイ（論理レベル＝1）に設定された場合には、ステップ140に示すように、再充電可能なバッテリーの電流トリガ・サイクルの生の電流、電圧および温度の数値が入手される。上記の生のA/D電流、電圧および温度の数値は、図2（b）に示すように、特殊な機能レジスタ61内に記憶される。このレジスタは、I、UまたはTとしてRAM内に後で記憶するための、ハイブリッドICに内蔵されている16の同種のレジスタの中の一つである。「数値取得」フラグがロー（論理レベル＝0）である場合には、現在のサイクルの生の電流、電圧および温度の測定値は入手されず、数値入手フラグ・ステップ148においてハイ（論理1）に設定され、図3に示すようにプロセスが続行する。

新しい電流、電圧および温度の数値を入手した後（ステップ140）、A/D測定準備OKフラグは、ステップ141において、ハイにセットされ、システム

のモードがサンプル・モードであるかどうかを判断するために、ステップ142においてチェックが行われる。それ故、ステップ142において、生の電流 $|I|$ が、10ミリアンペアである域値より低いと判断された場合には、バッテリー・システム、サンプル・モード・フラグの状態により、サンプル速度の半分の速度で動作する。それ故、図3のステップ143においては、サンプル・モード・フラグがロー（すなわち、論理0）、またはハイ（論理1）であるかについての判断が行われる。サンプル・モード・フラグがローである場合には、サンプル・モード・フラグは、ステップ144において、ハイ・レベルに設定され、システムのモードはサンプル・モードになり、プロセスはステップ149において、A/D変換を開始する。サンプル・モード・フラグが、（前のサイクルから）すでにハイになっている場合には、「数値入手」フラグは、ステップ146において、ゼロに設定され、ステップ147において、A/Dコンバータが使用できなくなる。（電力を節減するために）A/D変換は行われず、アルゴリズムは容量計算（ステップ151）へと進む。「数値入手」フラグは、常にサンプル・モードでローに設定されている。このフラグが上記のような状態にあるので、A/D変換は必ずスキップされ、その結果、ステップ150において、容量計算のための新しい有効なデータを入手することはできない。

ステップ142において、生の電流 I_{111} が、10ミリアンペアの域値より大きいと判断された場合には、ステップ145において、バッテリー・システムは、サンプル・モードから抜け出し（サンプル・モード・フラグは、論理0に設定され）、ステップ149において、生の電流、電圧および温度の数値のA/D変換が行われる。ステップ150において、A/D測定準備OKフラグがハイ（論理1）に設定され、有効な生のバッテリー・パラメータを受信済みであることを表示しているかどうかについての判断が行われる。上記のフラグがハイに設定されている場合には、容量計算および付随のバッテリー特性変換（電圧、電流および温度）が行われる。A/D測定準備OKフラグがロー（論理0）に設定されてい

る場合には、現在のサイクルでは容量計算は行なわれず、プロセスはステップ158へ行き、そこでメッセージ転送用のバス要求ラインが使用可能になり、ステップ23において、ハイブリッドICのモードがスリープ・モードになる。オシレータ

・トリガ17は、500ミリ秒毎にマイクロプロセッサを覚醒し続けるが、電流が10mA以下の場合には、電力を節減するために、例え2秒に一回、または5秒に一回のようなもっと低い頻度である任意に定めた周期で、A/D変換および容量計算を行うことができる。

図8(a)は、システムが、後で説明するサンプル・モード状態57bで動作する場合と比較した、通常モードの動作状態57aでの動作サイクルのタイミングである。図8(a)に示すように、またすでに説明したように、323kHz外部クリスタルは、158で示すように、生の電圧、電流および温度測定を開始するために、500ミリ秒毎にトリガ信号17を供給する。また、前の動作サイクルの電流、電圧および温度測定値を使用する容量計算160も開始する。入手した生の電流値が、10mAの域値より低いと判断された場合には、バッテリー・システムは、半分の電力で動作し、図8(a)の58bで示すように、次の500ミリ秒の間には、測定は行われない。しかし、58cで示すように、次の動作サイクルの後半には測定が行われる。入手した生の電流値が10mAの域値より高いと判断された場合には、バッテリー・システムは、通常モードの動作を再開し、次および後続の動作サイクル中に、容量計算および付随のバッテリー特性測定(電圧、電流および温度)が行われる。

図8(b)は、種々の測定の大体の時間の長さを示す。設計時点での選択により、各動作サイクル中約71ミリ秒の間容量計算が行われる。その後、スマート・バッテリーが、実行すべきであると判断した場合には、約29ミリ秒間アラーム制御サブルーチン152が実行され、約2ミリ秒の間充電装置制御サブルーチン154が実行される。(図3参照)ユーザから要求された場合には、LED表示ルーチン156を実行することができ、図8(b)に示すように、約23ミリ秒間、LED表示制御機能が機能する。種々のルーチンの上記実行時間は、温度

によって変化する内部455kHzオシレータの精度により変化する可能性があることを理解されたい。アラーム制御サブルーチン152、充電装置制御サブルーチン154および表示サブルーチン156については、後でさらに詳細に説明する。

システム管理バス要求ラインは、容量計算、アラーム制御、充電装置制御およ

びLED表示制御中は動作しないので、マイクロプロセッサは、図8(a)に示す各動作サイクル中に時間158で示すように、ホスト装置またはバッテリー充電装置から要求を受信することができない。それ故、各動作サイクル中、容量計算が行われた後で、システム管理バス要求ラインは、図8(b)に示すように、500ミリ秒サイクルの残りの時間の間使用可能になる。同時に、バッテリーはスタンバイ・モードになり、システム・トリガ信号17を受信すると、次のサイクル中覚醒するか、または図3に示すように、バス要求信号15により覚醒する。各動作サイクルの残りの37ミリ秒の間、図に示すように、次のトリガ信号17の前の時間158の間使用不能になる。すでに説明したように、各システム・トリガ信号17は、ハイブリッドIC、マイクロプロセッサ、A/Dコンバータ等を制御するために、455kHz信号を発生する内部クロック48をスタートさせる。

〈バッテリー容量計算のアルゴリズム〉

容量計算の目的は、下記の式(1)に従って再充電可能なバッテリーの容量を継続的にモニタすることである。

$$CAP_{rem} := CAP_{rem} + \sum \epsilon_c I_c \Delta t_c - \sum I_d \Delta t_d - \sum I_s \Delta t_s \quad (1)$$

但し、 CAP_{rem} は以後「 I_{tf} 」と呼ことにするが、mAh(ミリアンペアアワ)単位による、任意の時点のバッテリーの残留容量であり、 $\sum \epsilon_c I_c \Delta t_c$ はバッテリーが充電されている間の容量の増分による増大の合計であり、好適には、図22(c)のところで後でさらに詳細に説明する索引テーブルの数値からアクセスした充電効率係数 ϵ_c を考慮にいたしたものか、または他の方法としては、レスポンス式またはメモリに記憶されているいくつかの点の間に内挿することによって得ることができるものである。 $\sum I_d \Delta t_d$ は、バッテリーの使用に関連す

る、放電によるバッテリー容量の連続的な減少の合計である。 $\sum I_s A t_s$ は、バッテリーの化学に関連する自己放電効果に基づく自己放電の予測および測定可能な自己放電量を表すもので、バッテリーの充電および温度状態の関数である。残留容量、

$I t f$ が分かれば、何時でも、ホスト・コンピュータ (P C) またはスマート・バッテリー充電装置が使用することができるバッテリー・パラメータ情報を供給することができ、それにより、確実にバッテリーを安全にまた信頼できるように使用することができ、また確実にバッテリーの寿命を延ばすことができる。

図 1 3 (a) - 1 3 (b) は、各トリガ・サイクル毎に再充電可能なバッテリー・パックに対して行われる容量計算である。電流、電圧および温度の測定が毎秒行われる「サンプル」モードの場合を除いて、上記電流、電圧および温度測定は平行して行われる。サンプル・モードは電力消費を節減するためのものであり、(すなわち、A / D 変換は半分の頻度で行われる)、検出した電流の大きさにより A / D コンバータのスイッチのオン / オフが行われる。例えば、電流が 1 0 m A 以下に下がった場合には、「サンプル」モードが使用可能になり、測定頻度が少なくなる。

通常、温度、電圧および電流は、各サイクル毎に一度測定され、更新される。電流は(後で説明する)積分方法で測定されるが、この方法は、変換時間中のその変化を認識する。S M バス要求および容量計算から入手したすべての出力の数値は、一周期遅れている。A / D 測定は、オンチップ・オシレータにより、公称 4 5 5 k H z および精密 3 2 k H z オシレータによる — 積分時間に関連する — 動作サイクルで制御される。オンチップ・オシレータの絶対周波数値の精度が低くても、測定の精度は影響を受けない。

図 1 3 (a) に示すように、容量計算の第一のステップであるステップ 2 0 0 において、I U T 計算ルーチンが実行されるが、この場合、最初、レジスタ 6 1 (図 2 (b)) からの生のアナログ / デジタル・コンバータ出力データは、容量計算アルゴリズムにとって役に立つ適当な単位を持つ数値に変換される。I U T 計算ルーチンの詳細については、上記の同時係属特許出願 (U S S N 0 8 / 3

18、004)を参照されたい。簡単に説明すると、図12に示すように、ステップ205において、生のA/D電流測定値、I_生は、スケールされ、ミリアンペア単位の実際の電流値、「I」に変換される。同様に、生のA/Dパック電圧測定値、U_生は、スケールされ、ミリボルト単位の実際のバッテリー・パック電圧値、「U」に変換される。次に、ステップ212に示すように、μPは、バッ

テリー・パックの個々のセルの出力電圧が0.9V以下であるかどうか判断するために、バッテリー・パック電圧「U」をチェックする。セルの出力電圧が0.9V以下であることが検出された場合には、ステップ212'に示すように、バッテリー・パックのモードはスリープ・モードになる。図12に示すように、バッテリーの状態がオン・モードとスリープ・モードとの間で切り替わる場合には、下記の動作が行われる。

バッテリー電力を節減し、電流消費を最低限度に抑えるために、μPは、ステップ213において、A/Dコンバータ60の電源をオフにし、ステップ216において、455オンチップ・オシレータの電源をオフにする。モードがスリープ・モードである間は、RAMメモリの内容は、バッテリーからの電圧により保持される。この場合、メモリ漏洩電流が流れるだけである。(この漏洩電流の量はRAMの容量により異なる。)さらに、ステップ217において、覚醒コンパレータ回路80(図11)が作動し、ステップ218に示すように、μPが、ビット・フラグをセットし、自分自身のモードをスリープ・モードにセットするために、ハードウェアに特殊な電圧制御論理を始動するように命令する。

図12のステップ219に示すように、また図11に示すように、覚醒コンパレータ回路80は、外部32kHzオシレータからのトリガ・パルス77aにより周期的に作動する。各周期毎に、コンパレータはオンになり、バッテリー・パック電圧信号82の比率を、(図4の)バンドギャップ基準回路62から供給される所定のバンドギャップ基準電圧信号83と比較し、コンパレータ76の反転入力に供給する。セルが三つのバッテリー・パックの場合には、バンドギャップ基準電圧83は、約1.239Vであるが、この数値はバッテリー・パックの設

計に従って変更することができる。A S I C のパック電圧信号 8 2 V_{DD} の比率が、。基準電圧信号 8 3 より高くなった場合には、ステップ 2 2 0 に示すように、コンパレータ回路は切り替わり、ステップ 2 2 1 に示すように、 μP が覚醒し、A / D コンバータが再び測定を行う。その後、ステップ 1 0 0 において、初期化と共に容量計算が継続して行われる。

図 1 1 は、覚醒コンパレータ回路 8 0 の詳細な略図である。図 1 1 に示すように、覚醒コンパレータ回路 8 0 は、 V_{DD} パック電圧（信号 8 2）の比率を、コン

パレータ 7 6 の第一の非反転入力に供給するために、 V_{DD} A S I C 電源に接続している抵抗 R 4 および R 5 を含む電圧分割装置からなる。後でさらに詳細に説明するように、抵抗 R 5 とアースとの間に接続している N M O S （n チャネル M O S F E T）トランジスタ・スイッチ 8 9 b は、バッテリー電流がアースに流れるのを防止するために、スリープ・モードで名目上オフになるが、分割した V_{DD} 電圧がコンパレータ 7 6 の非反転入力に現れることができるように、トリガ信号 7 7 a により、5 0 0 ミリ秒（3 0 マイクロ秒）毎に周期的にオンになる。同時に、外部オシレータ・トリガ信号 7 7 a が、コンパレータ 7 6 が動作できるように、トランジスタ 8 9 a、b を同時にオンすることによって、覚醒コンパレータ回路 8 0 をトリガする。図 1 1 に示すように、外部回路により、バッテリーから供給される低電流源 9 0 は、コンパレータ 7 6 に基準電流を供給するために、トランジスタ・スイッチ 8 9 a をオンにする。この電流源 9 0 により、コンパレータの作業点が固定される。さらに、測定するために同時にコンパレータを動作できるようにするため、イネーブル・ライン 1 5 a は信号 7 7 a に接続している。トランジスタ・スイッチ 8 9 b は、比較を行うことができるように、コンパレータの入力に V_{DD} 電圧分割装置信号 8 2 が現れることができるよう、アースへの通路を作るため、インバータ 7 2 からの出力である信号 7 7 b によりオンになる。

V_{DD} 比が低く（0. 9 V / セル以下）、バッテリー・パック電圧信号 8 2 の比率が、A / D コンバータのバンドギャップ基準信号 8 3 より低い場合には、コンバータの出力信号 1 3 は低い。 V_{DD} が基準電圧 8 3、すなわち、3. 3 3 V（セルが三つのバッテリー・パックの場合には、1. 1 1 V）より高くなると、覚醒

(コンバータ出力) 信号13はハイになり、その結果、通常のサンプル・モード動作の再開が可能になる。図11に示すように、素子78は、コンバータの切り替え特性および／またはアンプ・ノイズによるものと思われる、コンパレータ76の出力に現れるスプリアス発振を防止するために、コンパレータ76の出力に設置されている双安定装置であるシュミット・トリガ装置である。

ハイブリッドICに内蔵されているMOS回路は、電力を少ししか消費しないので、スリープ・モードでのすべての動作部材の全電流消費は、約2.0 μ A (マイクロアンペア) 程度である。

図12について説明すると、各セルが0.9Vより高い電圧を出力していることが検出されている間は、容量計算は継続して行われ、ステップ215において、生のA/Dパック電流温度の測定値、 T_{raw} は、絶対温度K単位の実際のバッテリー・パック温度に換算される。この温度の数値は、さらに、(図示せず)サーミスタ・スケール値を考慮に入れるためにスケールされ、最終的な電流温度値「T」が得られる。ステップ222においては、バッテリーの状態がチェックされ、328°K以上の過度の温度上昇が起きていないかどうかのチェックが行われる。過度の温度上昇が検出された場合には、温度アラーム状態フラグ、 $HITTEMPALARM$ がセットされる。容量が増大していて、過度の温度上昇が起きている場合には、バッテリーの充電パラメータの一つまたはそれ以上が範囲を越えていることを示す、 $TERMINATECHARGEALARM$ がセットされる。

この時点で、(容量が増大している場合には) 充電終了状態になっている可能性があることを指摘しておきたい。この充電終了状態は、連続測定中に得られた電圧または温度の率の変化がある勾配を示したときに検出することができる。それ故、図12のステップ224に示すように、同時係属特許出願(USSN 08/318,004)の(図5(b)のステップ240-249に) 詳細に開示されているように、温度変化 dT/dt の計算が行われる。さらに、図12に示すように、ステップ227において、電圧の変化 dU/dt の計算が行われる。

現在の温度Tと20秒前に測定された前の温度との間の違い dT をチェックす

るために、温度変化 (dT/dt) 計算が行われる。上記測定の時間差は10-120秒の間に設定することができる。 Δt 計算を行った後で、図12のステップ226に示すように、内部の温度変化が許容数値を越えているかどうか、例えば、AL-DTEMPアラーム状態が存在するかどうかの判断が行われる。温度変化が約 $2^{\circ}K$ /分またはそれ以上である場合には、AL-DTEMP状態であることを示し、この状態が検出された場合には、アラーム状態フラグ、DTEMP-ALARMがセットされる。

現在の電圧値 U と、好適には255秒前に測定した前の前の電圧値との間の違い dU をチェックするために、電圧 (dU/dt) 計算中変更が行われる。

dU 計算を行った後で、ステップ260において、容量が減少しているかどうか、現在の電圧 U が、放電終了状態EOD-Uとなっていることを示す放電終了電圧 (EDV) 限度 (通常、 $0.9V$ /セル) より低いかどうかの判断が行われる。それ故、現在の電圧が所定の放電終了電圧 (U_{empty}) より低いかどうかを判断するために、両方の電圧の比較が行われる。電圧が放電終了状態になっている場合には、ステップ262において、EOD-Uフラグがセットされ、バッテリーが完全に放電したことを示す放電-終了-アラーム・フラグがセットされ、名目上完全に放電が行われる。放電終了状態になっていない場合には、ステップ264において、EOD-Uフラグおよび放電-終了-アラーム・フラグがクリアされる。さらに、ステップ264において、容量リセット・フラグが使用不能になる。その後、IUT計算手順200から抜け出て、図13(a)のステップ165において、容量計算が引き続き行われる。

図13(a)の容量計算ルーチン151のステップ165において、最近の前の電流 (I) 測定値を使用して、回転分平均電流の計算が行われる。回転分平均電流は、後で詳細に説明するように、平均電流の流出に基づき、またホスト装置から要求される「バッテリーが空になるまでの平均時間」のようなバッテリーの状態を計算するのに重要である。その後、図13(a)のステップ170において、現在の電流値 (I) が、好適な実施形態の場合には、 $3.0mA$ であるが、 $2.0-3.0mA$ の範囲内であればよく、またあるモードでの制限およびバッ

テリー状態の再認識を示す、自己放電電流、 $I - SELF D$ より少ないか、または等しい化についての判断が行われる。現在の電流 (I) 値が自己放電電流より少ないか、等しい場合には、バッテリーの状態は、容量が減少していて、他外部に対して放電が行われていないと判断される。従って、ステップ175において、自己放電フラグ・ビットがセットされる。現在の電流 (I) 値が、自己放電電流 (3.0 mA) より大きい場合には、ステップ172において、バッテリー自己放電フラグ・ビットがクリアされる。バッテリーの自己放電電流は、バッテリーが容量増大状態にあらうと、または容量減少状態にあらうと、常に計算される。バッテリー・パックの現在の状態を判断するために、図13 (a) のステップ178において、電流の方向が確認される。電流 (I) が正の数値であると判断さ

れた場合には、バッテリーの状態は、容量増大状態 (以後、 $C I$ と表示) にあると判断され、ステップ180において、容量増大フラグがセットされる。電流 (I) が負の数値であると判断された場合には、バッテリーの状態は、容量減少状態 (以後、 $C D$ と表示) にあると判断され、ステップ182において、容量減少フラグがセットされる。容量減少状態にあると判断された場合には、ステップ184において、放電終了電圧 (プラス・ヒステリシス) $E O D - U H$ フラグがセットされているかどうかについての判断が行われる。

バッテリー・パラメータを正確に表示し、バッテリーの寿命を正確に予測するために、放電終了電圧状態 (バッテリーの名目上の完全な放電状態) が検出された後で、バッテリーの全容量をリセットすることが重要である。名目上の放電状態であっても、後で説明するように、若干の残留バッテリー容量は残っているので、バッテリーに関する計算の際にはそのことを考慮に入れる必要がある。それ故、ステップ189において、(ステップ184で判断したように)、バッテリー・パックの放電終了電圧状態になっていることを示す $E O D - U H$ フラグがセットされた結果、または、(ステップ175で判断したように)、バッテリー自己放電フラグがセットされた結果、容量リセット・フラグがセットされているかどうか、または容量増大状態にあるかどうかについての判断が行われる。容量リ

セット・フラグがセットされている場合には、ステップ190において、EOD電圧状態での残留容量（I t f）は、図22（a）に示す索引テーブルに記載されている予測残留容量「p d」値にリセットされる。さらに、ステップ190において、エラー・レジスタはゼロにリセットされ、容量計リセット・フラグがクリアされる。その後、このプログラムは、自己放電計算および電流積分手順へと進む。ステップ184において、EOD-UHフラグがセットされていないと判断された場合、またはステップ189で判断されたように、容量リセット・フラグがセットされていない場合には、アルゴリズムは、図13（b）のステップ192に進む。

（同時係属出願（U S S N 0 8 / 3 1 8 , 0 0 4）の図6（b）を参照しながら）さらに詳細に説明するように、また図13（b）のステップ192を見れば分かるように、バッテリー状態が変化したかどうか、すなわち、バッテリーが

容量増大状態（C I）から容量減少状態（C D）に変化したか、またはその逆の変化が起こったかどうかについての判断が行われる。このステップは、間違ったバッテリー・サイクルの計数、または電流パルス符号の変化または電流の流れの中断による全充電容量の不正確な報告を避けるために必要である。

図13（b）のステップ300-325に示すように、自己放電計算手順が実行される。（同時係属特許出願（U S S N 0 8 / 3 1 8 , 0 0 4）の図6（b）を参照しながら）さらに詳細に説明すると、自己放電計算用の128秒タイマは最初減分だけカウント表示が減少する。好適には、自己放電計算のステップ305-325は、128秒間に一回実行される。自己放電タイマがタイムアウトしていない場合には、プログラムは（破線で示す）ステップ400に進み、図13（b）に詳細に示し、後でさらに詳細に説明するように、電流積分手順400を実行する。

〈自己放電計算ルーチン〉

バッテリーは電気化学的性質を持っているので、充電電流または放電電流が流れていようといまいと、常に残留容量の自己放電修正を計算しなければならない。何故なら、バッテリーを充電している場合でも、バッテリーが放電している場

合でも、自己放電電流が常に流れているからである。上記自己放電電流はバッテリーの充電および温度の関数である。それ故、図13(b)のステップ305に示すように、充電の相対的状态「soc」および電流温度Tの関数である自己放電率「s」は、充電および温度のバッテリーの相対的状态の関数としての自己放電電流（縦軸）の三次元グラフィックを示す図22(b)の索引テーブルから得ることができる。自己放電の上記索引計数「s」により、設計（公称）容量によりスケールされ、図22(b)に示す予測自己放電率を知ることができ、自己放電電流の量、Iは、通常、温度およびバッテリーの充電レベルの上昇と共に増大する。例えば、温度が65℃、充電の相対的状态が95%である場合には、バッテリーの自己放電電流の合計は、一日当たり全バッテリー容量の30%までである。図22(b)に示す自己放電量は、経験に基づいて算出したもので、バッテリーの化学的性質およびバッテリーのアーキテクチャによって違ってくる。

ステップ310において、バッテリー状態が容量増大状態なのか容量減少状態なのかについての判断が行われる。ステップ315に示すように、バッテリーが放電状態にある場合には、最後の状態の変化が計算され、独立したレジスタに記憶された状態から全容量は減少する（電流が流出する）。容量増大状態である場合には、プログラムは、ステップ320に進み、そこで誤差計算の場合の自己放電率の影響が考慮される。ステップ315において、最後の状態の変化が計算されてからの容量の全減少量（流出電流）の計算が行われた後、ステップ320も実行される。その後、ステップ325において、実際の容量積分「Itf」が自己放電率「s」だけ差し引かれ、その結果、上記式(1)の $\sum I_s \Delta t s$ が分かる。その後、自己放電手順が終了し、電流積分ルーチン400が実行される。

〈バッテリー充電積分装置ルーチン〉

バッテリーの充電が行われている場合は、容量増大状態（CI）にあるという。そうでない場合は、容量減少状態（CD）であるという。CDは、バッテリーのターミナルを通して電流が流れていない、バッテリーのスタンバイ・モードを含む。スタンバイ・モードの場合には、容量の減少は自己放電率だけにより起こる。

バッテリー電流は、充電状態および放電状態の両方で正確に積分される。容量積分自身は、バッテリー状態から独立しているが、後で説明するように、索引テーブル（LUT）には、もっと正確な容量調整を行うことができるように調整係数が記載されている。例えば、（後で図22（c）のところで説明するように）第一のLUTは、バッテリーの充電の相対的状态、C-率および温度によって異なる電流効率係数を含み；第2のLUTは、充電の相対的状态および温度によって異なる自己放電率を含み；第三のLUTは、バッテリーが、一定の電流率で放電終了電圧状態に達した後のリラックスした状態で、バッテリーから引き出すことができる全容量の一部を示す放電電流率および温度により異なる残留容量修正を含む。

図13（c）は、電流積分プロセス400のフローチャートである。図13（c）に示すように、電流積分プロセスの目的は、充電の相対的状态（soc）の大きさを決定することである。socは、全充電容量（すなわち、完全に充電

した場合のバッテリーの容量）の百分率で表した実際の容量であり、バッテリーに残っている充電量を推定するのに使用される。それ故、ステップ405に示すように、残留容量がゼロ（0）より大きいかどうかについての判断が行われる。残留容量、Itfが負の数である場合には、全容量は正確ではないので、知る必要があり、（図13（c）のステップ412に示すように）、soc値はゼロに固定される。そうでない場合には、ステップ410において、soc計算が行われる。すでに説明したように、バッテリーの全充電容量が分かるまでは、全充電容量は、設計（公称）容量として初期化される。

次に、図13（c）のステップ415に示すように、C-率が計算される。C-率は、1時間の間にエネルギー源が流出する率であり、時間の逆数の単位で測定される。ステップ415におけるC-率の計算は、実際の電流値（I）および現在の充電容量値に基づいて行われ、さらにスケールされる。その後、ステップ418において、バッテリーが容量増大状態または容量減少状態（放電状態）にあるのかどうかについての判断が行われる。容量増大状態にある場合には、バッテリーは充電されるが、容量計算の場合には、図22（c）にグラフで示すよう

に、マイクロプロセッサによりアクセスすることができる、LUTの充電効率が使用することができる、充電効率係数を考慮に入れる必要がある。それ故、ステップ420において、充電電流によって異なる充電効率係数、相対的充電状態(soc)および温度がアクセスされる。例えば、図22(c)に示すように、バッテリーが全容量の約95%に充電されている場合で、電流が45℃で、0.1C-率で充電されている場合には、充電効率係数 ϵ_c は約0.8であることが分かっている。充電効率係数は経験的に算出されたもので、バッテリーの化学的性質およびバッテリーのアーキテクチャによって変わってくる。図22(c)は、95%の充電が行われたバッテリーの状態を示す。充電効率値は、(残留容量)充電状態によりかなり変化することを理解されたい。

最後に、実際の電流および充電効率係数を考慮にいれた場合の、現在の時間内の充電の増加は、ステップ445において計算され、その結果、式(1)の $\epsilon_c I_c \Delta t_c$ が得られる。この数値は、後で説明するように、ステップ445において、積分値を増分だけ増大するために使用される。

ステップ418において、容量減少状態にあると判断された場合には、図13(c)のステップ422に示すように、電流放電サイクル中に放電量が積分される。次に、ステップ425において、バッテリー放電電流が3mA以下であること、および自己放電プロセスだけを考慮しさえすればよいことを示す、自己放電フラグがすでにセットされているかどうか(図13(a)のステップ175参照)についての判断が行われる。自己放電フラグ・ビットがセットされていない場合には、積分値を増分だけ増大させるために、ステップ440において、充電計算が行われる。最後の積分は、ステップ445において行われ、式(1)で示すように、ここでステップ435または440で計算された充電の増分が残留容量、 $I t f$ に加算される。さらに、ステップ445においては、誤差計算に対して充電が積分され、後で詳細に説明するように、誤差の現在の合計も計算される。

ステップ425において、自己放電フラグがセットされていると判断された場合には(ステップ175)、バッテリーの自己放電が行われるが、この場合外部への修正流出は行われず(図13a)のステップ175)、ステップ451-4

56において、残留容量が計算される。このルーチンの最初のステップの目的は、残留バッテリー容量値を決定することである。電流C-率および温度によって変化するこの数値は、ステップ451において、マイクロプロセッサにより図22(a)に示す索引テーブルからアクセスされる。例えば、図22(a)に示すように、温度が-20℃で、電流流出量がC-率の2倍(2C)である場合には、放電終了電圧に達した場合に、全バッテリー容量の約92%が残ることが経験的に分かっている。約23℃の場合に軽い負荷(例えば、C/10放電率)を掛けた場合には、放電終了電圧に達した場合、残留容量は事実上ゼロになる。

ステップ455において、C-率が、高い方の放電域値率(好適には、---mA h)-より高いかどうか、また放電終了フラグ(図12のステップ262参照)がセットされているかどうかの判断が行われる。セットされていない場合には、ステップ440および445において、上記のように容量計算が行われる。電流放電率が高い方の放電域値率より高い場合には、ステップ456に示すように、すべての容量リセットは使用不能になり、ステップ440で積分手順が継続して行われる。

バッテリーが動作している間に、バッテリーが容量増大状態(CI)または容量減少状態(CD)にあるかどうか、充電終了状態(EOC)および放電終了状態(EOD)をそれぞれ観察しておかなければならない。それ故、図13(a)および図13(b)に示す容量計算ルーチンは、図13(b)のステップ198に示すように、バッテリーが容量増大状態にあるのかまた容量減少状態(休止または放電状態)にあるのかどうかについて判断を行うことにより、継続して行われる。容量増大状態にある場合には、ステップ500に示すように、終了状態CIが満たされているかどうかの判断を行うためのルーチンが実行される。容量減少状態にある場合には、ステップ600に示すように、終了状態CDが満たされているかどうか判断するためのルーチンが実行される。

〈容量増大終了状態の観察ルーチン〉

ハイブリッドICのマイクロプロセッサは、下記の三つの方法の一つにより充電の終了を計算する。上記の三つの方法とは、全充電電圧における負の電圧

勾配が、 $10\text{ mV}/\text{セル}/\text{分}+/-5\text{ mV}/\text{セル}/\text{分}$ より大きいかどうかを判断する方法； $\Delta T/\Delta t$ が $0.9^{\circ}/\text{分}+/-0.2^{\circ}/\text{分}$ を越えているかどうかを判断する方法；、または好適な計算充電が全充電容量がの 120% （しかし CAP_{Fc} の $100-150\%$ の範囲内ならよい）であるかどうかを判断する方法である。図14（a）－14（d）のフローチャートに、EOCトリガ条件の一つが満足しているかどうかを判断するためのルーチンを示す。

容量増大状態にあると判断した場合には、図14（a）に示すEOC（CI状態）観察プロセス500の最初のステップ505において、バッテリーの充電相対値（soc）が、バッテリーの全充電容量値の 20% より大きいかどうかの判断が行われる。バッテリーが上記レベルの容量に達している場合には、ステップ507において、全放電状態フラグがクリアされる。後で説明するように、損傷を受けないでできるだけすべての電荷を放出したと判断した場合には、完全放電フラグがセットされる。バッテリーがその容量レベルに達するまでは、完全放電状態フラグはセットされた状態に保持される。次に、ステップ510に示すように、第一のEOCトリガ検出方法が実行される。この第一の方法は、 dT/dt

t トリガ使用可能条件が満足しているかどうか、および温度上昇 dT の勾配が、EOC条件を示す域値制限より大きいか、または等しいかを判断する方法である。好適な実施形態の場合には、相対的充電状態（soc）が域値制限の 50% を越えた場合、および温度上昇勾配が約 $0.9^{\circ}\text{C}/\text{分}$ の域値を越えた場合に、充電終了状態が検出された場合には何時でも、 dT/dt トリガ使用可能条件は満たされる。温度勾配が、 $0.5^{\circ}\text{C}/\text{分}-12^{\circ}\text{C}/\text{分}$ の範囲内で検出された場合には、温度勾配は、EOCをトリガすることができることを指摘しておきたい。上記条件のどちらかが満たされない場合には、後で詳細に説明するように、EOC状態を検出する方法、すなわち、 dU/dt 値が最少値でなければならず、充電電流値（C－率）がある数値より大きくなければならない場合に、電圧の変化、 dU/dt の勾配が負になったかどうかを検出する方法が、ステップ540において実行される。 dT/dt 使用可能条件が満たされ、温度勾配がの増大 Δt が、EOC域値制限より大きいか、等しい場合には、EOCフラグがセットされてい

るかどうかの判断が、ステップ512において行われる。EOCフラグがセットされていない場合には、バッテリー・パックのセルの数を、後で説明する図14(b)の部材700に示すプロセスにより知る必要がある。ステップ700において、(後で詳細に説明するように)バッテリー・パックのセルラーホンの数が分かっているいなくても、ステップ570が実行される。このステップにおいては、a) EOCフラグがセットされ、b) 残留容量が全充電容量の95%に設定され、c) エラー・レジスタがクリアされ、d) 不確かな計算に対するオーバーフロー・フラグがクリアされ、e) バッテリーが充電終了点に達したことを示す全充電状態フラグがセットされる。最後に、アルゴリズムは、図14(c)に示すステップ575へ進み、そこで充電終了フラグがセットされる。

dT/dt トリガ使用可能条件が満たされると、温度上昇 dT の勾配が、EOC 域値制限より大きくなるか、等しくなり、EOC フラグがセットされ(ステップ512)、ステップ514において、残留容量 (I_{tf}) が全充電容量より大きいか、または等しいかについての判断が行われる。この条件が満たされている場合には、ステップ520において、残留容量は全充電容量に設定される。さらに、ステップ520において、エラー・レジスタがクリアされ、不確実性計算に

対するオーバーフロー・フラグがクリアされる。残留容量 (I_{tf}) が全充電容量より大きくもなく、等しくもない場合には(ステップ514)、図14(c)に示すように、アルゴリズムはステップ575へ進み、そこで充電終了アラーム・フラグがセットされる。好適な実施形態の場合には、バッテリーがEOCトリガ状態でEOCを検出した場合、すなわち、 $T \geq AL-HI-TEMP$ の場合(図12のステップ222)、充電終了アラーム・フラグをセットしなければならない。すでに説明したように、充電終了アラーム・フラグ95%全トリガによってすでにセットされている場合があり、このセットはステップ510において、第一の温度勾配トリガ条件が満たされている場合にスタートする。

ステップ520において、残留容量が全充電容量に設定された後、アルゴリズムがステップ530に進み、バッテリー充電装置が依然としてオンになっているかどうかの判断が行われる。この判断は、充電積分プロセス中に得た正の充電の

増大をチェックすることによって行われる（図13（c）のステップ435参照）。充電装置が依然としてオンになっている場合には、バッテリーの充電装置が継続的にバッテリーを過充電していることが分かり、アルゴリズムはバッテリーの過充電を継続的に監視しなければならない。それ故、図14（a）のステップ532において、過充電レジスタ（図示せず）も充電の増大分を加算することにより、過充電の全量が計算される。過充電レジスタは決してリセットされないの、システムのスタートアップからの全過充電量が保持される。バッテリー充電装置が依然としてオンになっていても、いなくても、アルゴリズムはステップ535へ進み、そこでバッテリーがEOC表示を越えて充電されていることを示す、過充電アラーム状態フラグがセットされる。最後に、アルゴリズムは、図14（c）に示すステップ575へ進み、そこで充電終了アラーム・フラグがセットされる。

ステップ510のところですでに説明したように、 dT/dt トリガ使用可能条件が満たされていない場合、または温度上昇勾配 dT が、EOC域値制限より大きくも、等しくもない場合には、EOC状態を検出する第二の方法が、図14（c）のステップ540で実行される。ステップ540においては、a）充電は定電流で行われたかどうか、すなわち、電流値と1分間の間の平均電流値との間

の違いが、好適には50mAより小さいかどうかの判断、b） dU/dt 電圧変化が負であり、好適には12mV/分であることが、好ましい域値より大きいかどうかについての判断、c）充電電流が、好適には $C/10$ の量であることが好ましい所定の量より大きいかどうかの判断が行われる。第二の方法のEOCトリガ条件のどちらかが満たされていない場合には、EOC状態を検出するための第三の方法、すなわち、充電の相対的状态（soc）が120%以上であり、電流量が $C/50 - C/5$ であるかどうかを検出する方法が、ステップ545において実行される。10-160%の範囲内で、充電の相対的状态（soc）が検出された場合には、EOC状態をトリガすることができることを指摘しておきたい。第二の方法のEOCトリガ条件のすべてが満たされた場合、または第三の方法のEOCトリガ条件のすべてが満たされた場合には、図14（c）のステップ550にお

いて、E O C フラグがセットされているかどうかの判断が行われる。第二の方法のE O C トリガ条件、または第三の方法のE O C トリガ条件が満たされている場合で、E O D フラグがセットされている場合（ステップ550）には、ステップ555において、バッテリーが充電終了点に達したことを示す完全充電状態フラグがセットされる。その後、プロセスは、上記のように、残留容量値を全充電容量値にクランプすることによって、図14（c）のステップ520に進む。E O C フラグがセットされていない場合には、セルの数を、後で説明する部材700を示すプロセスにより、知る必要がある。バッテリーのセルの数を知らるプロセスが終了した場合には、E O C 状態フラグは、ステップ551においてセットされ、バッテリーが充電終了点に達したことを示す完全充電状態フラグが、ステップ555においてセットされ、上記のようにステップ520において、アルゴリズムが継続して実行される。三つのE O C トリガ条件のすべてが満たされない場合には、E O C 検出手順500から抜け出し、容量計算（図6（b））が継続して行われる。

他の方法としては、バッテリーが容量増大状態にあると判断され、 $D U - M I N$ がバッテリー・パックのセルの数に 10 mV を掛けた数字に等しい所定の数値である場合に、 $D U > D U - M I N$ であり、電流が一定であり、充電率が 0.3 C より高い場合と判断された場合には、 $-d U$ トリガ状態に達する。 $C I^{-1}$ が電

流の前の測定値である場合に、 $|C I - \text{平均電流}| < 50\text{ mA}$ であり、 $|I - I^{-1}| < 50\text{ mA}$ である場合には、充電電流は一定であると見なされる。充電の相対的状态（ $s o c$ ）が、 $100 - 160\%$ の範囲内で検出された場合には、E O C 条件をトリガすることができることを指摘したい。第二の方法のすべてのE O C トリガ条件が満たされているか、第三の方法のすべてのE O C トリガ条件が満たされているかしている場合には、図14（c）のステップ550において、E O C フラグがセットされているかどうかについての判断が行われる。第二の方法のE O C トリガ条件または第三の方法のE O C トリガ条件のどちらかが満たされていて、E O C フラグがセットされている場合には（ステップ550）、ステップ555において、バッテリーが充電終了点に達したことを示す完全充電状態フ

ラグがセットされる。その後、プロセスは、上記のように、残留容量値を全充電容量値にクランプすることによって、図14(a)のステップ520に進む。EOCフラグがセットされていない場合には、セルの数を、後で説明する部材700として表示するプロセスにより、知る必要がある。バッテリーのセルの数を知らるプロセスが終了した場合には、EOC状態フラグは、ステップ551においてセットされ、バッテリーが充電終了点に達したことを示す完全充電状態フラグが、ステップ555においてセットされ、上記のようにステップ520において、アルゴリズムが継続して実行される。三つのEOCトリガ条件のすべてが満たされない場合には、EOC検出手順500から抜け出し、容量計算(図6(b))が継続して行われる。

他の方法としては、バッテリーが容量増大状態にあると判断され、 $D U - M I N$ がバッテリー・パックのセルの数に10mVを掛けた数字に等しい所定の数値である場合に、 $D U > D U - M I N$ であり、電流が一定であり、充電率が0.3Cより高い場合と判断された場合には、 $-d U$ トリガ状態に達する。 I_{-1} が電流の前の測定値である場合に、 $|C I - \text{平均電流}| < 50 \text{ mA}$ であり、 $|I - I_{-1}| < 50 \text{ mA}$ である場合には、充電電流は一定であると見なされる。バッテリーが一定の電流で充電されていることは、 $-d U$ の計算方法が時間とは独立して実行される場合、ITU計算ルーチン図5(b)の250以降のステップの追加として、またはその代わりに判断される。

〈セル・ルーチンの学習番号〉

すでに説明したように、緊急電力停止が起こる場合があり、その場合にはRAMすべての内容が失われる。そのような場合には、バッテリー・パックのセルの数を再び知る必要がある。ASIC ROMの特定のバッテリー・モジュールのセル数を調査する代わりに、ASICを異なる数のセルを持つ他のバッテリーパックと一緒に構成することができるよう、セルの数を知ることができる。セルの数は、バッテリー・セルの数を知らなければならないかどうかを表示する、ALSTATUSレジスタのビット(較正済みビット)により表示される。好適な実施形態の場合には、このことは、上記のEOC条件が満たされた後で、バッテリー

・パック・ターミナルで測定した電圧を使用して行うことができる。

図14(d)に示すセルの数を調べる手順700の最初のステップ705においては、バッテリー・パックの較正が済んでいるかどうかの判断、すなわち、ALSTATUSレジスタの較正済みビットが、セルの数を調べる必要があるかどうかの判断が行われる。調べる必要がある場合には、ステップ710において、ITU計算手順中に図5(c)のステップ210において測定した変換電圧値、U(mV)が11Vより高いかどうかの判断が行われる。高い場合には、バッテリー・パックが九つセルを持つと判断され、ステップ720において、セルの数は9にセットされる。測定電圧値、Uが11Vより低い場合には、ステップ715において、電圧が7.5Vより大きいかどうかについての判断が行われる。低い場合には、バッテリー・パックは六つのセルを持つと判断され、ステップ725において、セルの数は6にセットされる。測定電圧値、Uが7.5Vより低い場合には、バッテリー・パックは四つのセルを持つと判断され、ステップ730において、セルの数は4にセットされる。セルの数が決定された後で、図14(d)のステップ740に示すように、好適な実施形態の場合には、EODカットオフ電圧、Uemptyは、セル数の動作中のバッテリー電圧、すなわち、1.02Vを掛けて得られた数に等しい数値にセットされる。

〈容量減少終了状態用の観察ルーチン〉

すでに説明したように、容量計算ルーチン151の場合には、ステップ198において、バッテリーが容量増大状態にあるのか、または容量減少状態（休止または放電状態）にあるのかについての判断が行われる。容量減少状態にあると判断された場合には、図15(a)および15(b)に示すEOD(CD状態)の最初のステップ605において、現在の電圧測定値(U)が、放電電圧(EDV)および任意のヒステリシスより高いかどうかの判断が行われる。EDV電圧に達したということは、バッテリーの損傷を防ぐために放電を中止しなければならないという警告である。通常、EDVは1.02V/セルである。得られた電圧がEDVより高い場合には、電圧がEDV電圧+ヒステリシスより高いことを知らせるフラグが、ステップ610でセットされる。電圧がEDV+ヒステリシ

スより高くない場合には、このフラグはステップ612でクリアされる。さらに、ステップ613に示すように、容量減少状態にあるので、充電終了アラームフラグおよび過充電終アラーム・フラグがクリアされる。

ステップ615においては、残留容量 (I t f) の数値に関する判断が行われるが、こステップ66においては、残留容量が計算した誤差 (すなわち、不確実な容量) より少ないかどうかの判断が行われる。残留容量が計算誤差より小さいということは、バッテリー・パックが電荷を持たず、完全に放電状態にあることを示す。従って、ステップ618において、完全放電状態フラグがセットされ、ステップ619においてプロセスが続行される。残留容量がある場合には、完全放電フラグはセットされず、ステップ619においてプロセスが続行され、ここで充電の相対的状态についての判断が行われる。充電の相対的状态 (s o c) があるヒステリシス値以下に下がった場合には、完全放電状態フラグが、ステップ620のところで説明したようにクリアされる。完全充電状態フラグがクリアされてもされなくても、プロセスはステップ625および630において続行され、サイクル・カウント数が更新される。ステップ625において、サイクル・カウント・フラグがクリアされたかどうかについての判断、および容量が公称容量のより15%減少したかどうかの判断が行われる。ステップ625の上記二つの事象が起こった場合には、バッテリーの充放電の回数の数値を含むサイクル・カウント・レジスタ (図示せず) の表示が、ステップ630において、増分だけ増大

し、サイクル・カウント・フラグがセットされる。好適な実施形態の場合には、バッテリーが完全にまたは部分的に充電されていようといまいと、増分だけ増大する。サイクル・カウント・フラグが、増分だけ増大してもしなくても、ステップ640においてプロセスは続行され、ここでEODフラグがセットされているかいないかについてのチェックが行われ、リセット・フラグがクリアされたかどうかのチェックも行われる。EODフラグがセットされていない場合、またはリセット・フラグがクリアされていない場合には、終了観察ルーチン600から抜け出す。EODフラグがセットされ、リセット・フラグがクリアされている場合には、ステップ645において、EOC (充電完了) フラグがセットされているかど

うか、またエラー値（不確実な容量）が公称容量の8%以下であるかどうかについての判断が行われる。これらの条件が満たされている場合には、ステップ650において、完全充電容量値を知ることができる。より詳細に説明すると、バッテリーが、全サイクルを行い、EOCトリガ点およびEOD点に達し、不確実な容量が公称容量の8%以下である場合には、何時でも下記式によりステップ650において、全充電容量がリセットされる。

$$\text{full_cap} = \text{full_cap} + \text{full_cap} \cdot \text{pd}/256 - \text{Itf}$$

但し、「pd」は図22(a)の索引テーブルからアクセスできる、放電率および温度により異なる予測残留容量修正値である。分子256は、pdの整数スケールリングである。上記式は、残留容量（Itf）を、全充電容量の一部を含むLUTテーブルからの残留容量で、置き換えることを意味する。（注：得られた残留容量は、図13(c)の充電積分プロセスのステップ451から計算される。

）前のサイクル内でのような少ない容量出力で、EOD点に達した場合、Itf量（残留容量）は、EDVでより高い。（蓄積充電容量と比較すると、より少ない放電容量である）全充電容量は、前のサイクルと比較した場合のItfの差だけ減少し、その結果、この報告ステップ66によりバッテリーのエージングが考慮される。バッテリーが使用中に何回か部分的な充放電を繰り返し、EOCまたはCEOD点に達しない場合には、計算の誤差が累積して、本当の容量と計算した

残留容量（Itf）との間の差が非常に大きなものになる恐れがある。後で詳細に説明するアルゴリズム（MaxError()）は、各動作モードに対する百分位数のエラーに基づく容量積分それ自身ほどの正確さで、その動作中に起こる恐れのある最大エラー（不確実性）を計算する。上記不確実性は、各EODおよびEOD点において、ゼロにリセットされる。不確実性が8%以上である場合には、全容量リセットは使用不能になる。さらに、ステップ650における条件が満たされている場合には、全充電容量がリセットされたことを示すEOCフラグがクリアされる。全充電容量がリセットされた後（ステップ650）、または不確実性の誤差が所定の数字である8%より大きいと判断された場合、またはEO

Cフラグはセットされていない場合には、ステップ655において、アルゴリズムが実行される。

ステップ655において、EDV（放電終了電圧）トリガでのC－率が、ゼロに等しいかどうかについての判断、または現在のC－率がEDVトリガでのC－率より低いかどうかの判断、および容量リセットが依然として使用可能であるかどうかについての判断が行われる。上記の条件がいずれも満たされている場合には、EODトリガでの現在の電流は、現在のC－率に等しく設定され、遅延容量リセット値は、現在の残留容量値に設定され、EOD後の遅延容量リセットに対するフラグが、ステップ660においてセットされる。そうでない場合、ステップ655の両方の条件が満たされていない場合には、終了条件観察ルーチン600から抜け出る。容量計算ルーチン151を示す図13（b）に示すように、EOCおよびEODトリガが起こらない場合には、容量計算から抜け出る。

〈システム管理バスおよびバス・インターフェース〉

すでに説明したように、また図2（a）および2（b）に示すように、ASIC32およびバッテリー10、ホスト・コンピュータ16およびスマート充電装置22を含む構成で通信するために、バッテリー・モジュール28は、改良フィリップスI²Cバス・インターフェースを使用する。すでに説明したように、要求が行われるのは、ホスト・コンピュータからバッテリーに対してか、スマート充電装置からバッテリーに対してか、またはバッテリーからホスト・コンピュータ

またはスマート充電装置に対してである。バッテリーと充電装置との間の通常の通信の一例としては、充電装置のオン／オフ、またはある充電率の要求がある。ホスト・コンピュータは、バッテリー状態、または最低容量または過度の温度上昇等を含めた、バッテリー・アラーム状態のようなバッテリー情報を要求することができる。バス・インターフェース制御回路75は、システム管理バスを通して、二つの直列ポートSMBCLKおよびSMBDATAによりすべての要求およびアラーム状態を制御する。

バッテリー10が、ホストにアラーム状態を通知したい場合、または充電装置

に必要な充電電圧または電流を知らせたい場合には、バッテリーは書き込み機能能力を持つバス・マスタとして動作する。バッテリーは、 $\mu P 50$ からの要求を判断し；システム管理バスが使用可能であるかどうかをチェックし；スタート・ビットを発生し、バッテリー充電装置またはホストのアドレスを送り；ACK-ビットが充電装置またはホストから送られたかどうかをチェックし、 μP にメッセージを送り；バスを通して μP から供給されたデータを送り、ACK-ビットをチェックし；転送の終了時にストップ-ビットを発生する。

バッテリーが、ホストから後で説明する情報と一緒にそれを供給するように要求された場合には、バッテリーは、読み取りおよび書き込み能力を備えたバス・スレーブとして動作する。例えば、定常動作中に、ホストはバッテリーからある情報を要求し、要求を作成する。図16は、外部装置（ホスト・パソコンまたはバッテリー充電装置）とスレーブとして動作するバッテリーとの間で通信を行うために、システム管理バス・インターフェース・プロトコールに対して互換性を持つソフトウェア・アルゴリズムである。

より詳細に説明すると、図16の最初のステップ750においては、外部装置が送ったコマンド・コードの解釈が行われる。例示としてのコマンド・コードについては後で説明する。各コマンド・コードは、通常、可変「カウント」と呼ばれる、送信用の2バイトのデータからなる。次のステップ752においては、送信されたコマンド・コードが有効で認識可能なコマンド語であるかどうかの判断が行われる。そうでない場合には、ステップ755において、サポートされていないコマンド・ビットがセットされ、図16のステップ758aに示すように送

信は終了する。コマンドがサポートされている場合には、バッテリーは、ステップ759においてエラーが発生したかどうかについての判断を行う。内部エラーを発見した場合には、アルゴリズムは、タイマ・ループに入り、このループは、エラーが確認されるまで、またはタイマ（図示せず）がタイムアウトするまで、内部フラグのチェックを継続して行う。ステップ761にこの状況を示す。ステップ759において、正しい数値を発見した場合には、解釈したコマンド・コードが、読み取り、または書き込み機能を要求しているかどうかについての判断す

るために、ステップ764において、アルゴリズムは動作を継続する。タイマがタイムアウトした場合、またはステップ761において、エラーが確認された場合には、ステップ763において、エラー不明フラグがセットされ、ステップ66においては、758aでソフトウェア送信が終了する。

スレーブとして動作している場合には、バッテリーは、読み取りまたは書き込み機能を行う。ステップ764において、コマンド・コード入力（ステップ750）が、読み取りまたは書き込みコマンドであるかどうかについての判断が行われる。読み取りコマンドである場合には、ステップ765において、バッテリーが、外部装置から要求された計算を行い、外部装置によって読み取られる数値を返送する必要があるかないかについ判断が行われる。ホスト装置からの問い合わせ（例えば、空になるまでの平均時間（ ））に応じてバッテリーが行う計算の例については、後で詳細に説明する。バッテリー μ Pは、ステップ768において、計算を続行し、データ値をステップ800のブロック読み取りルーチンによって指定する指定アドレス位置へ返送する。上記立ルーチンについては後で詳細に説明する。ステップ465において、計算を行わなくてもよいと判断した場合には、（例えば、電圧値だけが要求されていると判断した場合には）、アルゴリズムは、図16に示すように、ブロック読み取りルーチン800へ直接進む。

ステップ764において、データ値（例えば、AL-REM-TIME域値）を外部装置からバッテリー・アドレス位置に書き込む場合に、書き込み機能を実行する必要があると判断した場合は、外部装置が書き込み機能を実行することができるかどうかを判断するために、ブロック書き込み許可チェックを実行する。それについてはステップ771に表示してあるが、このステップではパスワード

が有効であるかどうかのチェックが行われる。チェックしたパスワードが正式に許可を受けたパスワードでない場合には、ステップ774に示すようにアクセスは拒絶され、外部装置は書き込み機能を実行することができず、ステップ758において、ソフトウェア送信が終了する。外部装置が、バッテリー・アドレスにデータを書き込む許可を受けている場合には、装置は、後で詳細に説明するように、ステップ775のブロック書き込みルーチンによって示すように、予め指定

したアドレス位置にデータ値を書き込む。

〈ホストからスマート・バッテリーへの通信〉

ホストからスマート・バッテリーへの通信の場合には、データはバッテリーから（例えば、ホスト・パソコン）のユーザまたは外部装置の電力管理システムへ転送される。ユーザは、バッテリー特性データ（電圧（）、温度（）、充電／放電電流（）、平均電流（）など）または現在の放電率でのバッテリーの残りの使用可能時間またはバッテリーの充電に要する時間のような予測（計算）データのような事実に関するデータ値を入手することができる。真の負荷、例えば、ホストパソコンのモニタは、電力消費が一定であることを指摘しておきたい。後で説明する残りの時間の数値を（電流は一定であると仮定して）計算する場合、エラーが起こったり、計算した数値が不正確になる場合がある。それ故、残留容量アラーム（）、電流率（）、残留容量（）... のような下記の計算においては、平均電流値の代わりに平均電力値を使用することができる。

下記の制御コマンドは、ホスト装置またはホスト・パソコンから問い合わせがあったバッテリー供給情報を表す。

残留容量（）機能は、バッテリーの残留容量を送り返し、残留充電量を数字で表示する。容量モード・ビットに従って、残留容量（）機能は、m A h または 1 0 m W h 単位で数値を送り返す。送り返された数値は下記式により計算される。

$$I t f [m A h] - I t f _ e r r [m A h]$$

但し、不確実性誤差、 $I t f - e r r$ は差し引いた数値であり、 $(| I t f | <$

$| I t f - e r r |)$ である場合には、出力値は 0 でカットされる。

残留容量アラーム（）機能は、R A M に記憶されている低い方の容量アラーム値に対する（上記の）低い方の容量域値、A L - R E M - C A P をセットし、検索する。残留容量（）が A L - R E M - C A P 値より低くなった場合には、バッテリーは、セットされた残留容量アラーム・ビットと一緒に、ホストにアラーム警告（）メッセージを送る。製造時に、A L - R E M - C A P 値は設計容量の 1 0 % にセットされ、残留容量アラーム（）機能により変更されるまで設定値は変化しない。その動作状態をセーブするために、必要とする電力を知りたいホスト

・システムはこの機能を使用する。そうすることにより、ホスト・システムは、ホストが低電力モードに移行する点をもっと精密に制御することができる。

残留時間アラーム () 機能は、A L - R E N - T I M E アラーム値をセットし、検索する。空になるまでの平均時間 () 機能により計算した、現在の放電率での推定残留時間が、A L - R E N - T I M E 値以下に下がった場合には、バッテリーは、セットした残留時間アラーム・ビットと一緒に、ホストにアラーム警告 () メッセージを送る。A L - R E N - T I M E 値がゼロ (0) である場合には、このアラームは有効に使用不能になり、工場で数値が 1 0 分に初期化される。全充電容量 () 機能は、完全に充電が行われた時、予測または報告バッテリーパック容量を送り返し、(後で説明する) 容量モード・ビットの設定に従って、電流値 (m A h または 1 0 m W h) で表示する。設計容量 () は、新しいバッテリー・パックの理論的な容量を送り返すが、この理論的な容量を、全充電容量 () により送り返された数値と比較すれば、バッテリーの消耗を知ることができる。この情報は、ホスト装置 1 またはホスト・パソコンがその電力管理方針を調整する場合に役にたつ。

電流量 () 機能は、完全に充電されるまでの電流量時間 () 機能、空になるまでの電流量時間および電流量 O K 機能により計算した容量に基づく計算で使用する電流量値を設定する場合に使用される二機能呼出セットの前半にあたる機能である。

電流量値が正である場合には、完全に充電されるまでの電流量時間 () 機能は、(m A または 1 0 m W 単位での) 充電電流量値で、バッテリーを完全に充電する

までの予測時間を送り返す。この予測時間は、好適には分単位で表示することが好ましい。この計算は下記式により行われる。

$$\text{time} := 60 * \frac{\{\text{full_cap[mAh]} - \text{Itf[mAh]}\}}{|\text{AT_RATE}|}$$

但し、「時間」は送り返された数値であり、単位は分である。

完全に充電されるまでの平均時間 () 機能は、最後の分の回転平均、I - a v

gのような電流が継続して流れる場合には、バッテリーが完全に充電されるまでの、分単位での予測残り時間を送り返す。この計算は下記式により行われる。

$$\text{time} := 60 * \frac{\{\text{full_cap[mAh]} - \text{Itf[mAh]}\}}{\text{I_avg}}$$

但し、「時間」は送り返された数値であり、単位は分である。

電流量値が負である場合には、完全に空Aになるまでの電流量時間（）機能は、バッテリーが完全に空になるまで（EDV状態）の予測動作時間を送り返す。この予測時間は、好適には分単位で表示することが好ましい。この計算は下記式により行われる。

$$\text{time} := 60 * \frac{\{\text{Itf[mAh]} - \text{full_cap[mAh]} * \text{pd_at_rate}/256 - \text{Itf_err[mAh]}\}}{|\text{AT_RATE}|}$$

但し、「時間」送り返された分単位の数値であり、|電流量|および電流量でのpd値は、電流量（）機能により計算したものである。この場合、電流量でのpdは、残留容量（全容量の一部）を表し、その数値を部分的数量で表示するために256で割ってある。Itf_errは、後で説明する不確実性の誤差である。

電流量値が負である場合には、電流量OK（）機能は、10秒間追加の放電エネルギーの電流量値を供給できるバッテリーの能力を予測するブール値を送り返す。空になるまでの使用可能時間（）機能は、現在の放電電流での残りのバッテリーの予測使用可能時間を送り返すが、この数値は（後で説明する）容量モード・ビットの設定により変わる電流または電力に基づいて計算される。ホスト・パソコンまたはホスト装置電力管理システムは、この機能が送り返した数値を、電力方針の変化に対する残りのバッテリー使用可能時間の相対的な増加または減少についての情報を入手するために使用することができる。この計算は下記式により行われる。

$$\text{time} := 60 * \frac{\{\text{Itf[mAh]} - \text{full_cap[mAh]} * \text{pd}/256 - \text{Itf_err[mAh]}\}}{|\text{I}|[\text{mA}]}$$

但し、「時間」は送り返された分単位の数値であり、負荷の軽減によってのみ抜

け出すことができるEDV後の残留容量を考慮に入れている。 $|I|$ は電流、 $p_d := p_d(C\text{-率}(|I|, T))$ であり、容量計算アルゴリズム p_d で計算されたもので、残留容量（全容量の一部）を表す。この数値は、一部分を得るために256で割られる。 $I_{t f - e r r}$ は、後で説明する不確実性の誤差である。

空になるまでの平均時間（）機能は、バッテリーの残りの（分単位の）使用可能時間の一分間の回転平均を知らせるが、この数値は電流または電力のいずれかに基づいて計算される。この機能により、瞬間推定値の平均を知ることができ、それにより充電状態情報を、確実に安定した状態で表示することができる。

この計算は下記式により行われる。

$$\text{time} := 60 * \frac{(I_{t f}[\text{mAh}] - \text{full_cap}[\text{mAh}] * p_{d_avg} / 256 - I_{t f_err}[\text{mAh}])}{I_{avg}[\text{mA}]}$$

但し、「時間」は送り返された分単位の数値であり、 I_{avg} は0.5秒毎に更新した $p_{d_avg} := p_d(C\text{-率}(I_{avg}), T)$ であり、アラーム制御ルーチンの1サイクル前に計算され、予測残留容量（全容量の一部）を表す。この数値はスケール分数を得るために256で割られる。 $I_{t f - e r r}$ は、後で説明する不確実性の誤差である。

図23は、セルを六つ持つバッテリー・パックの、種々の放電電流率で計算し

たバッテリー容量特性を比較した二電圧対時間のグラフである。図23に示すように、バッテリーに、放電率が2C、約1.555Ah（アンペアアワ）を消費する負荷を接続した場合に、グラフa、すなわち、電圧は、短時間の中に放電終了状態へ急速に下降している。C/5放電率まで負荷を有意に軽減した場合には、バッテリー・パック電圧は大きく増大し、バッテリーの寿命は延び、さらに0.817Ahを供給することができる。グラフaと比較すると時間的尺度が異なるグラフbは、C-率での放電が、約2.307Ah継続したことを示す。負荷を軽減して、C-率を半分にした場合には、バッテリー電圧は少し高くなり、放電終了状態に達するまでのバッテリーの寿命が延びて、さらに、0.78Ahを供給することができることを予測することができる。

すでに説明したように、ある種の計算結果は、不確実な容量の数値、すなわち

、容量計算中に入手する予想される最大の誤差の数値によって違ってくる。最大誤差 () 機能は、容量計算における実際の不確実性を送り返す。最大誤差 () 出力が20%であるということは、真の数値は内部で計算した容量の10%上と10%下との間にある可能性があることを意味している。システム管理バス・インターフェースの大部分の計算は、すでに不確実性の誤差を引いているので、誤差は-0/+最大誤差 () %となる。不確実性はEOCおよびEOD状態で、後で説明する容量アルゴリズムにより、ゼロに設定される。計算は下記式により行われる。

$$\text{Itf_err} := \frac{\text{Itf_err_C_D} * \text{EPS}/256 + \text{Itf_err_S} * \text{EPS_S}}{256}$$

$$\text{max_error} := 2 * 100 * \text{Itf_err}[\text{mAh}]/\text{full_cap}[\text{mAh}]$$

但し、Itf_err_C-Dは、常に充電モードおよび放電モード中に蓄積された正の電荷であり、Itf_err_Sは、自己放電プロセスの蓄積電荷である。自己放電は常に行われているので、充電の相対的状态 (soc) および温度からのLUT依存性を使用して常に蓄積される。両方のアキュムレータは、EOCおよびEOD状態でゼロにリセットされるらESPは、スケーリング係数25

6で充電および放電中の、特にLUTおよびA/D測定からの、容量計算の誤差部分である。ESP-Sは、自己放電積分の一部としての誤差である。バッテリーが数サイクルの間完全に放電しない場合で、全容量の報告モードが使用不能になる場合には、不確実性が望ましくないほど大きくなる。

サイクル・カウント () 機能は、バッテリーが行った充電/放電サイクルの数を送り返す。各充電毎のサイクル・カウントは、完全に充電する必要がない最後の再充電の後で、設計容量の15%だけ少なくなる。

DBOSメモリ計画に含まれている他のレジスタは、バッテリーの種々の動作モードを選択するのに使用されるバッテリー・モード () レジスタである。例えば、バッテリー・モード () レジスタは、容量情報を、mChまたはmWh (ミリワットアワ) 単位で同時通信すべきか、すべきでないかを指定するためにセッ

トされる容量モードを含むレジスタである。このビットにより、電力管理システムは、その電気的特性をバッテリーが報告した電気的特性に最もよくマッチすることができる。例えば、切り替え電源は、定電力モデルで最もよく表すことができ、リニア電源は、定電流モデルの方がよりよく表現することができる。さらに、バッテリー・モード・レジスタは、スマート・バッテリーが充電を要求しているとき、スマート充電装置 2 2 (図 1) に、充電電圧および充電電流を同時通信すべきかどうかを指定するためにセットされる充電モードビットを含む。このビットにより、ホスト・パソコンまたはバッテリー充電装置は、充電電流および充電電圧に関するスマート・バッテリーの同時通信を使用不能にすることにより、スマート・バッテリーの必要な充電パラメータを無視することができる。

容量に基づいて計算される他の機能は、バッテリー状態レジスタから、アラームおよび状態ビットおよびエラー・コードを得るために、ホスト装置またはホスト・パソコンの電力管理システムが使用するバッテリー状態 () 機能である。この機能は、過充電アラーム、充電終了アラーム、D T E M P アラーム、温度過度上昇アラーム、放電終了アラーム、残留容量アラーム、および残留時間アラームを含むバッテリーの状態語、および初期化、放電、完全充電および完全放電を含む状態ビットを送り返す。

バッテリー 1 0 が実行することができる補助機能としては、バッテリー・パッ

クがサポートするスマート・バッテリー仕様のバージョン数を供給するための仕様情報 () ; システムに、特定のバッテリーを一意に識別することができる情報を供給するための製造日付 ; 特定のバッテリーを識別するための情報を供給するための一連番号 ; スマート・バッテリーのメーカーの名前を送り返すメーカー名 () 機能 ; バッテリー名を含む文字列を送り返す装置名 () 機能 ; バッテリーの化学を含む文字列を送り返す装置化学 () ; バッテリーに含まれているメーカー・データ (例えば、ロット・コード、ディープ・サイクル、放電パターン、ディーペスト放電等) を含む。

〈ブロック書き込みルーチン〉

すでに説明したように、バッテリーは、制御コマンド計算で使用するために、

またはアラーム域値として、外部装置からデータを受信することができる。最初に、ステップ776において、外部ホスト装置から読み取るデータ数値が、2バイトより長いかどうかについての判断が行われる。好適な実施形態の場合には、大部分の制御コマンドは、バッテリーに長さ2バイトのデータ数値を書き込む。データが2バイトより長い場合、すなわち、カウント>2である場合には、変数「w」はステップ778で、割り当てられ、バイト数のデータの長さに対応するアドレス位置の数に等しくなるようにセットされる。その後、ステップ780において、前に決定したカウント値が、割り当てられたアドレス位置に等しくセットされたかどうかについての判断が行われる。等しくない場合には、ステップ790において、長すぎるデータが送られたこと、またはデータを受信するのに十分な長さの場所が割り当てられていないことを示すエラー・フラグがセットされる。前に決定したカウント値「カウント」が、割り当てられたアドレス位置の数に等しかった場合には、プログラムはステップ781、783および785で示すループに入り、そこでデータの各バイトが、バッテリー・アドレス位置 [A d r] への I²C バスヘシーケンシャルに書き込まれる (ステップ783)。各バイトが送られた後、バイト数のカウントが減分だけ減少し、書き込まれる次のシーケンシャルなデータ・バイトのアドレス位置が増分だけ増大する。ステップ785に示すように、データの最後のバイトが、バッテリーに送られたことを示すカ

ウント=0になるまで、ループによる処理が続行され、ステップ781において、バッテリーが、外部装置によって送られた、データ・バイトの送信が成功したことを示す各データ・バイト (R D V A L = 1) が読み取られたかどうかの判断が行われる。各バイトの転送後、読み取り確認フラグを受信したら、最後のデータ・バイトが送られるまで、ステップ783においてループによる処理が続行する。読み取り確認フラグを受信しなかった場合には、エラーが起こり、プログラムはステップ782へ進み、そこでバス・エラーまたはタイムアウトが起こったかどうかについての判断が行われる。どちらのケースも起こらなかった場合には、プログラムはステップ787に進み、バス・マスタが送信を終了したかどうか

の判断を行なう。バス・マスタが送信を終了していた場合には、ステップ790において、長すぎるデータが現在送信中であることを示すエラー・フラグがセットされ、ステップ795において送信が終了する。バス・マスタが送信を終了していなかった場合には、ステップ792および795に示すように、内部ハンドシェーク・タイマ（図示せず）がタイムアウトになり（ステップ782）、未知のエラー・フラグがセットされ、送信が終了するまで、システムはRDVALフラグを探し続ける。図17に関連して、場合によっては、ステップ77に示すように、固定長の2バイトデータ語が読み取られ、アルゴリズムが直接ステップ783へ進み、そこで第一のデータ・バイトが最初のバッテリー・アドレス位置で、バッテリーにより読み取られる。

最後のデータ・バイトを受信した後で、ステップ786において、改良I²Cバス・マスタから、外部装置がそれ以上データの送信を行わないので、バス制御を終了することを示すストップ・ビット・フラグを受信したかどうかについての判断が行われる。ストップ・ビットを受信した場合には、ブロック書き込みルーチンから抜けでる。ストップ・ビットを受信していなかった場合には、エラーが起こり、プログラムがステップ788へ進み、そこでバス・エラーまたはタイムアウトが起こったかどうかについての判断が行われる。エラーまたはタイムアウトが起こった場合には、ステップ792および795に示すように、プログラムはエラー不明フラグをセットし、送信は終了する。どのケースも起こらなかった場合には、プログラムステップ789へ行き、最後のデータ・バイトの読み取りが

成功したかどうかを示すために、RDVALフラグがセットされたかどうかについての判断が行われる。読み取りが成功した場合には、外部装置がデータの送信を終了したこと、または十分な長さのアドレス位置が割り当てられなかったこと、およびステップ790に示すように、エラー・フラグがセットされること、およびステップ795で送信が終了することを意味する。ステップ789で、最後のデータ値の読み取りが成功すると、内部ハンドシェーク・タイマ（図示せず）がタイムアウトするか、またはエラーが起こるか（ステップ788）するまで、

プロセスはステップ786で改良I²Cバス・マスタ・ストップ・ビットを探し続ける。

〈ブロック読み取りルーチン〉

すでに説明したように、バッテリーは、計算または測定データ値を、図18に示すブロック読み取りルーチンによって示された指定のアドレス位置へ送り返す。ステップ802において、ホスト装置へ書き込むデータ値が2バイトより長いかどうかについての判断が最初に行われる。データが2バイトより長い場合、すなわち、カウント>2である場合には、ステップ805において、アドレスがポイントされ、プログラムは、ステップ808、812および815で示すループに入り、そこでステップ812で示すように、データの各バイトが、要求ホスト装置のアドレス位置へのSMBusヘシーケンシャルに書き込まれる。各バイトが送られた後、バイト数のカウントが減分だけ減少し、書き込まれる次のバイトのアドレス位置が増分だけ増大する。ステップ815に示すように、データの最後のバイトが外部装置に送られたことを示すカウント=0になるまで、ループによる処理が続行され、ステップ808において、外部装置が、外部装置によって送られた、現在のデータ・バイトの送信が成功したことを示す確認バイトを外部装置が送ったかどうかの判断が行われる。各バイトの転送後、確認ビットを受信したら、最後のデータ・バイトが送られるまで、ステップ812においてループによる処理が続行する。確認ビットを受信しなかった場合には、エラーが起こり、プログラムはステップ821へ進み、そこでバス・エラー、終了、またはタイムアウトが起こったかどうかについての判断が行われる。どのケースも起こらな

った場合には、プログラムはステップ808に進み、再びデータ・バイト確認ビットを受信したかどうかの判断が行われる。このプロセスは、内部ハンドシェーク・タイマ（図示せず）がタイムアウトするまで続行され、この場合、未知のエラー・フラグがセットされ、送信が終了する。最後のデータ・バイトが送られ（ステップ818）、その後、最後のバイトが送信されたことを示すフラグが、図18のステップ818においてセットされる。図17に関連して、場合によっては

、ステップ802に示すように、データは何も送り返されず、アルゴリズムが直接ステップ812へ進み、ステップ808で確認ビットの受信がバイパスされる。

次に、ステップ822に示すように、I²Cバス・マスタから、外部装置がそれ以上データを受信しないので、バス制御を終了することを示すストップ・ビット・フラグを受信したかどうかについての判断が行われる。ストップ・ビットを受信していた場合には、ブロック読み取りルーチンから抜けでる。ストップ・ビットを受信していなかった場合には、エラーが起こり、プログラムがステップ824へ進み、そこでバス・エラーまたはタイムアウトが起こったかどうかについての判断が行われる。どのケースも起こらなかった場合には、プログラムは、ステップ822へ行き、再びストップ・ビットを受信したかどうかについての判断が行われる。このプロセスは、内部ハンドシェーク・タイマ（図示せず）がタイムアウトするまで続行され、この場合、ステップ825においてプロセスが続行され、この場合、エラー不明フラグがセットされ、送信が終了する。

〈アラーム制御〉

今まで説明してきたすべてのアラーム状態フラグは、バッテリーが、充電のある状態（完全充電、空になるまでの放電）または重大な状態（最高温度、過充電）になったことを示す。これらの事象は、A1状態バッテリー・レジスタでコード化され、バッテリーがアラーム状態を検出した場合、警告メッセージ、「アラーム警告」（）がバッテリーにより外部装置へ送られる。このような事象が起こった場合には、バッテリーは、バス・マスタになり、そうでない場合には、ホスト・コンピュータまたはバッテリー装置に、重大な状態が修正されるまで、好適には5秒に一回の割合で、すべての重大なおよび／またはアラーム状態を知らせる。

アラーム状態は、10秒間ホスト・コンピュータに同時通信することができる。充電装置にアラーム状態を通知する必要がある場合には、例えば、残留容量アラーム警告メッセージは、充電装置に同時通信されない。過充電アラーム、充電終了アラーム、DTEMPアラーム、温度過度上昇アラーム、および放電終了アラ

ームのようなアラーム状態が発生した場合には、5秒間の間隔で、充電装置とホスト装置との間で交互にアラームが同時通信される。図19に詳細に示すように、アラーム制御ルーチン152に、アラームまたは警告メッセージを通信するための改訂SMBusプロトコールを示す。このルーチンは、図3に示す容量計算を行った後で、ホスト装置に同時通信できるように、すべての起こる恐れのあるアラーム状態をチェックする。図19にステップ901として示した最初のステップは、残留容量の状態を確認するためのものである。より詳細に説明すると、AL-REM-CAP実行値が0より大きいかどうか、また（不確実性の誤差がすくない）残留容量がAL-REM-CAP値より少ないかどうかについての判断が行われる。これらの条件が真である場合には、ステップ904において、残留容量アラーム・ビットがセットされる。これら条件のどれかが真でない場合には、ステップ906において、残留容量アラーム・ビットがクリアされる。次に、1分間回転平均電流に基づくC-率が計算され、C-率 $[p d - a v g := p d (C - 率 (C I - a v g , T))]$ に基づく残留容量が、図22(a)の索引テーブルからアクセスされる。その後、ステップ910において、バッテリー状態が容量減少状態にあるかどうかについての判断が行われる。バッテリー容量が容量減少状態にある場合には、ステップ913において、AL-REM-TIMEアラーム域値がゼロ(0)より大きいかどうかについての判断が行われる。ゼロ(0)より大きい場合には、現在の放電率での推定残留時間が、ステップ915において、空になるまでの平均時間() コマンド・コードにより計算される。ステップ917で計算した残留時間が、AL-REM-TIMEより短い場合には、プログラムステップ919に示すように、残留-時間-アラーム・ビットをセットし、図19に示すように、ステップ925に進む。バッテリー状態が容量減少状態ではないと判断された場合（ステップ913）、またはAL-REM-TIMEがゼロに等しいと判断された場合（ステップ913）、または計算した残留

時間がAL-REM-TIME域値より短い場合（ステップ917）には、プログラムは、ステップ921に示すように、残留-時間-アラーム・ビットをクリ

アし、図19に示すように、ステップ925に進む。

ステップ925に示すように、何らかのアラーム・ビット、例えば、過充電アラーム、充電終了アラーム、DTEMPアラーム、温度過度上昇アラーム、放電終了アラーム、残留容量アラーム、および残留時間アラームのようなアラーム・ビットがセットされているかどうかを判断するために、アラーム状態レジスタの上位バイトがチェックされる。セットされている場合には、ステップ927においてアラーム同時通信フラグ「アラーミング」がチェックされる。アラーム状態レジスタの上位バイトがアラーム状態が存在しないこと、すなわち、ビットがセットされていないことを示している場合には、ステップ926においてプロセスが継続され、アラーミング同時通信フラグがクリアされる。初期化の場合には、アラーミング同時通信フラグがセットされないことに留意されたい。しかし、アラーム状態が存在する限り、このフラグはセットされる。それ故、ステップ927に示すように、アラーミング・フラグがクリアされた場合には、プロセスは継続され、ステップ930においてアラーミング・フラグがセットされる。さらに、ステップ930においては、アラーム同時通信タイマがゼロにセットされ、アラームが充電装置にではなく、ホスト外部装置に送られることを示す「ホストへのアラーム」フラグがセットされる。プロセスはステップ933において継続されるが、このステップにおいて、アラーム同時通信タイマがタイムアウト（＝0）しているかどうかについての判断が行われる。ステップ930において、アラーム状態の最初の動作サイクルに対する同時通信タイマが、ゼロにセットされているので、またはアラーム同時通信タイマがタイムアウトしている場合には、ステップ935においてプロセスが継続する。タイマがタイムアウトとしていない場合には、アラーム制御プロセスから抜けでる。ステップ935においては、アラーム同時通信に対するアドレス位置がホスト装置にセットされ、コマンドコードが上記のバッテリー状態「バッテリー状態（）」機能に等しくセットされる。これにより、ホスト装置に対する特定のアラームの転送が開始される。ステップ937において、ホストへのアラーム・フラグが、クリア（＝0）されているかどうか

かについての判断が行われる。アラーム状態 (= 0) の最初の動作サイクル中 (ステップ 9 3 0) に、ホストへのアラーム・フラグはセット (= 1) され、その結果、アルゴリズムは、(後で説明するように) ステップ 9 4 0 - 9 4 3 をスキップし、アラーム・メッセージを送ることができるように、バス・マスタ制御を持つようにバッテリーの機能を変更させるメッセージ送信ルーチン 9 4 5 を実行する。メッセージ送信ルーチン 9 4 5 については、後で詳細に説明する。その後、ステップ 9 4 7 において、同時通信アラーム・タイマは 1 0 秒 (N - アラーム) にリセットされ、ホストへのアラーム送信フラグは、充電装置へのアラーム送信フラグとなる。

(メッセージ送信ルーチンにより)、ステップ 9 4 5 において、ホスト装置へアラーム警告メッセージを同時通信するために、メッセージが始動され、アラーム同時通信タイマがリセットされた後でプロセスが続行される。次の容量計算 (図 3) の後で、ステップ 9 2 5 において、アラーム状態が依然として存在する場合には、(すなわち、アラーム・ビットがセットされている場合には)、プロセスは続行する。しかし、次および後続のアラーム状態の動作サイクルの間、(ステップ 9 2 7 6 6 において) 判断したようにアラーミング・フラグがすでにセットされていて、その結果、タイマがタイムアウトするか、またはアラーム状態が変更されるまで、(1 0 秒に初期化されている) アラーム同時通信タイマは、ステップ 9 3 1 において減分だけ減少する。それ故、同時通信タイマが減分だけ減少した後で、ステップ 9 3 3 においてプロセスが続行されるが、このステップにおいて、アラーム同時通信タイマがタイムアウト (= 0) しているかどうかについての判断が行われる。同時通信タイマがタイムアウトしていない場合には、アラーム制御ルーチンから抜け出て、アラーム同時通信タイマがタイムアウト (ステップ 9 3 3) するまで、これら一連のステップが継続して行われる。好適には、5 秒間の間ホスト装置にアラーム・メッセージが同時通信されるまで、ステップ 9 3 5 および 9 3 7 は実行されない。同時通信タイマがタイムアウトすると、ホストへのアラーム・フラグが (アラーム状態の最初の動作サイクル中に) 切り替わっているので、ステップ 9 3 7 の状態は真になる。それ故、アラーム位置に対するアドレス位置が変化し、ステップ 9 4 0 において、バッテリー充電

装

置にセットされ、プログラムステップ943に進み、そこで特定のアラーム警告メッセージが、次の10秒間の間にバッテリー充電装置に送られるためのものかどうかについての判断が行われる。アラーム状態がバッテリー充電装置へ送られるためのものでない場合には、メッセージ送信ルーチン（ステップ945）はバイパスされ、ステップ947において、同時通信タイマがリセットされ、ホストへのアラーム・ビットは切り替えられ、その結果、メッセージはホスト装置へ再送信される。

〈充電装置の制御〉

バッテリー・モード（）充電装置モード・ビットが、ゼロにセットされる度に、またバッテリーが、スマート・バッテリー充電装置の存在を検出する度に、バッテリーは、スマート・バッテリー充電装置と通信することができ、充電電流（）および充電電圧（）値を、スマート・バッテリー充電装置へ送る。充電電流（）機能は、スマート・バッテリー充電装置が、バッテリーに供給することができる最大電流を設定し、mA単位の必要な充電率を送り返す。これにより、バッテリー充電装置は最適再充電要件にマッチさせるために、その出力電流を動的に調整する。0 x F F F Fの最大値は、充電電圧（）の出力値を持つ定電圧充電が行われていることを意味する。結果は、図3および20の充電装置制御ルーチン154に示す条件の下で、アクティブなバス・マスタとして、バッテリーと共に同時通信される。

図20の第一のステップは、システムにバッテリーが存在するかどうかについて判断を行わためのものである。バッテリーが存在していない場合には、容量モードおよび充電モード変数は、ステップ853においてクリアされ、ルーチンから抜け出す。バッテリーがシステムに設置されている場合には、ステップ855において、バッテリーがシステムに挿入されたばかりなのかどうかについての判断が行われる。バッテリーが挿入されたばかりである場合には、メッセージ・タイマは1にセットされ、容量モードおよび充電モード変数が、ステップ857においてクリアされ、アルゴリズムがステップ859において続行される。バッテ

リーが挿入されたばかりでない場合（ステップ855）、アルゴリズムはステッ

プ859にスキップし、そこで充電装置モード・ビットの状態についての判断が行われる。上記ビットが、ステップ859においてクリアされていない場合には、ルーチンから抜け出す。充電装置モード・ビットが、ステップ859においてセットされている場合には、ステップ861においてタイマが減分だけ減少する。ステップ863における次のステップは、メッセージ・タイマがタイムアウトしているかどうかについての判断を行うためのものである。タイムアウトしている場合には、メッセージ・タイマは、ステップ865においてリセットし、充電電流計算が追加として行われる。メッセージ・タイマが、ステップ863においてタイムアウトしていない場合には、ルーチンから抜け出る。次のステップ866は、計算した充電電流の返送値が、ゼロであるかどうかについての判断を行うためのものである。返送された充電電流値がゼロである場合には、プロセスはステップ868へ進む。充電電流がゼロでない場合には、ステップ867において容量増大状態（C1）であるかどうかについての判断が行われる。C1である場合には、プロセスはステップ868へ進む。容量減少状態である場合には、ルーチンから抜け出る。

ステップ868において、充電装置同時通信に対するアドレス位置がバッテリー充電装置にセットされ、コマンド・コードが、コマンド・コード充電電流（）に等しくセットされる。次に、ステップ870において、充電電流コマンド・メッセージが、（後で説明する）メッセージ送信ルーチンによりバッテリー充電装置に送られる。その後、ステップ872において、最大数値（16進数 F F F F）が、充電装置が定電流充電装置であることを示す定電圧（）機能に送られる。この命令は、ステップ874において、メッセージ送信ルーチンにより、充電装置に同時通信される。充電電流が同時通信された後で、最終的にルーチンから抜け出す。

〈メッセージ送信ルーチン〉

図19のステップ945および図20のステップ870に示すように、メッセージ送信ルーチンは、バッテリーの機能をバス・マスタ制御を持つように変える

。その結果、アラーム・メッセージを送ることができる。図21は、メッセージ送

信ルーチンを示す。

最初のステップ950は、データ・バスが使用可能かどうかについての判断を行うためのものである。データ・バスが使用できると判断した場合には、送信されるデータの最初の部分はスレーブ・アドレスである。すなわち、ステップ952に示すように、外部ホスト装置、またはバッテリー充電装置のアドレスである。データ・バスが入手できたらすぐに、二つのフラグがセットされる。すなわち、第一のフラグは、内部発生フラグであり、このフラグは、バッテリーが現在バス・マスタ制御（ステップ953）を持っていることを示すためにセットされる。第二のフラグは、送信終了フラグであり、ステップ954においてクリアされる。ステップ955に示すように、次のステップは、確認ビットが送信されたかどうかについての判断を行うためのものである。すなわち、スレーブ装置が、データの最初のバイト（スレーブ・アドレス）を受信したかどうかの判断を行うためのものである。確認ビットが送信されていない場合には、ステップ958においてバスが使用中であるかどうかについてのチェックが行われる。バスが現在使用中である場合には、図21のステップ960において、プログラムが続行される。ステップ958においてバスが使用されていない場合には、ステップ959において、バス・エラーまたはタイムアウト・フラグが発生したかどうかについての判断が行われる。エラーまたはタイムアウトが起こっている場合には、プログラムステップ973へ進み、そこで送信が終了し、ルーチンから抜け出す。エラーまたはタイムアウト状態が存在しない場合には、スレーブがデータを受信したことを示す確認ビットを送信するまで、ステップ955においてルーチンが継続して実行される。確認ビットを受信している場合には、電流コマンド・コードが、ステップ957において送信される。重大なアラーム状態中にメッセージ送信ルーチンが始動した場合には、コマンド・コード語がバッテリー・アドレスに送信され（図1.9のステップ935参照）、スレーブが送信するのは二つのバイトだけであることを認識する。次のステップ960では、確認ビットが送信され

たかどうかについてのチェックが行われる。すなわち、スレーブ装置が、コマンド・コード（またはバッテリー・アドレス）を受信したかどうかチェックされる。確認ビットを受信していない場合には、ステップ962において、バス・エラー

またはタイムアウト・フラグが発生しているかどうかについての判断を行わためのチェックが行われる。エラーまたはタイムアウトが起こっている場合には、プログラムはステップ973へ進み、そこで送信が終了し、ルーチンから抜け出す。エラーまたはタイムアウト状態が存在しない場合には、コマンド・コード（またはバッテリー・アドレス）を受信したという通知を受け取るまで、ステップ960においてルーチンが継続して実行される。確認ビットを受信している場合には、ステップ965において、データの最初のバイトが指定アドレス位置（図19のステップ935参照）に送信される。ステップ966に示すように、次のステップでは、確認ビットが送信されたかどうかについてのチェックが行われる。すなわち、スレーブ装置が、コマンド・コード・データの最初のバイトを受信したかどうかチェックされる。確認ビットを受信していない場合には、ステップ967において、バス・エラーまたはタイムアウト・フラグが発生しているかどうかについての判断を行わためのチェックが行われる。エラーまたはタイムアウト状態が存在しない場合には、最初のデータ・バイトを受信したという通知を受け取るまで、ステップ960においてルーチンが継続して実行される。確認ビットを受信している場合には、ステップ968において、データの第二のバイトが次のアドレス位置に送信される。ステップ966に示すように、次のステップでは、確認ビットが送信されたかどうかについてのチェックが行われる。すなわち、スレーブ装置が、コマンド・コード・データの第二のバイトを受信したかどうかチェックされる。確認ビットを受信していない場合には、ステップ971において、バス・エラーまたはタイムアウト・フラグが発生しているかどうかについて判断するためのチェックが行われる。エラーまたはタイムアウトが起こっている場合には、プログラムはステップ973へ進み、そこで送信が終了し、ルーチンから抜け出す。エラーまたはタイムアウト状態が存在しない場合には、第二

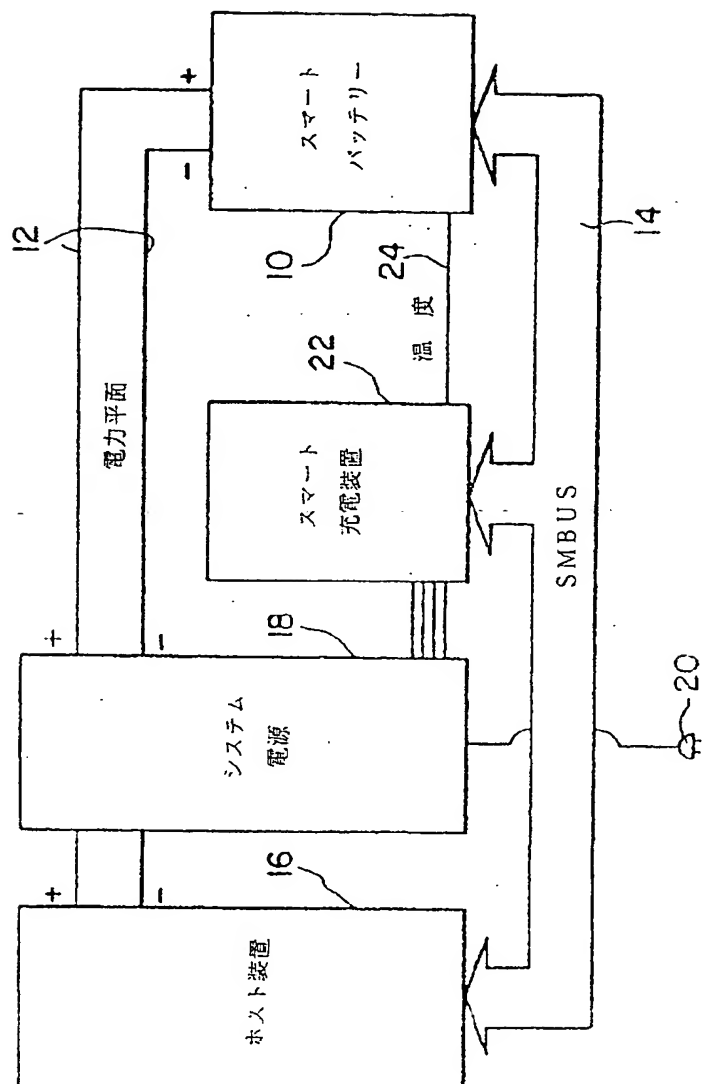
のデータ・バイトの受信が通知されるまで、ステップ969においてルーチンが継続して実行される。バッテリーにより、全部のメッセージがスレーブ装置へ送信された後で、メッセージ送信ルーチンから抜け出す。

〈LEDディスプレイ〉

図2(a)に示すように、本発明のバッテリー10は、全容量値に対する(燃料計に類似の)バッテリーの相対的充電状態を示す、手動制御4セグメント発光ダイオード(LED)を提供する。容量計算を行った後で、500ミリ秒(動作サイクル)の間、アラーム制御ルーチン152、および充電装置制御ルーチン154がそれぞれ実行され、システムはLEDディスプレイのハードウェア・トリガを探す。図2(a)に示すように、任意の時間に、ユーザはバッテリー10のスイッチ35によりLEDディスプレイを始動することができる。LEDディスプレイを発生するための制御論理については、同時係属出願(US SN 08/318、004)の(図15のステップ975-996)に詳細に開示されている。

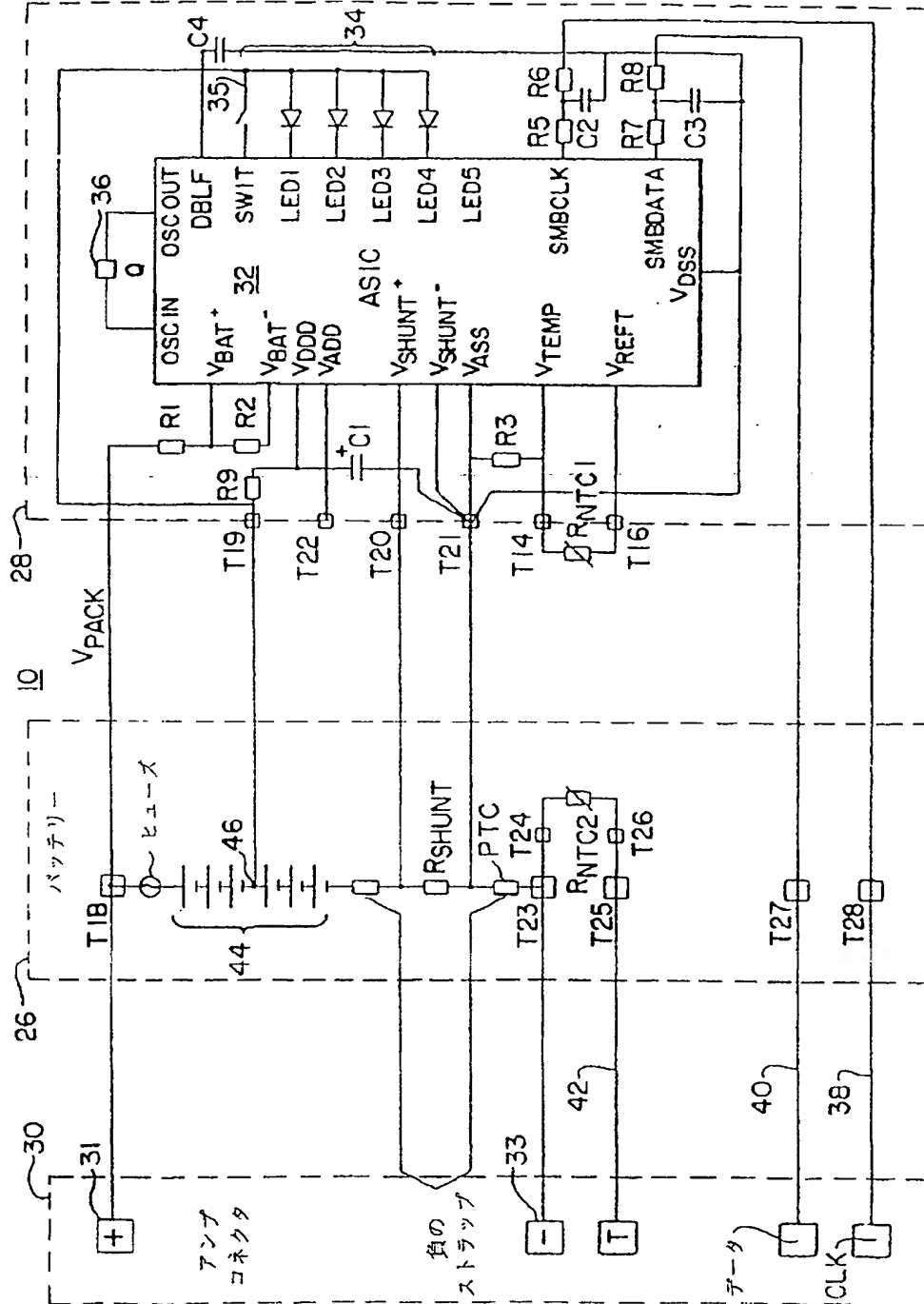
本発明を好適な実施形態を参照しながら図示し、説明してきたが、当業者なら本発明の精神および範囲から逸脱しないで、上記および他の形式および詳細な点での変更を行うことができることを理解できるだろう。本発明は添付の請求の範囲によってのみ制限される。

【図1】

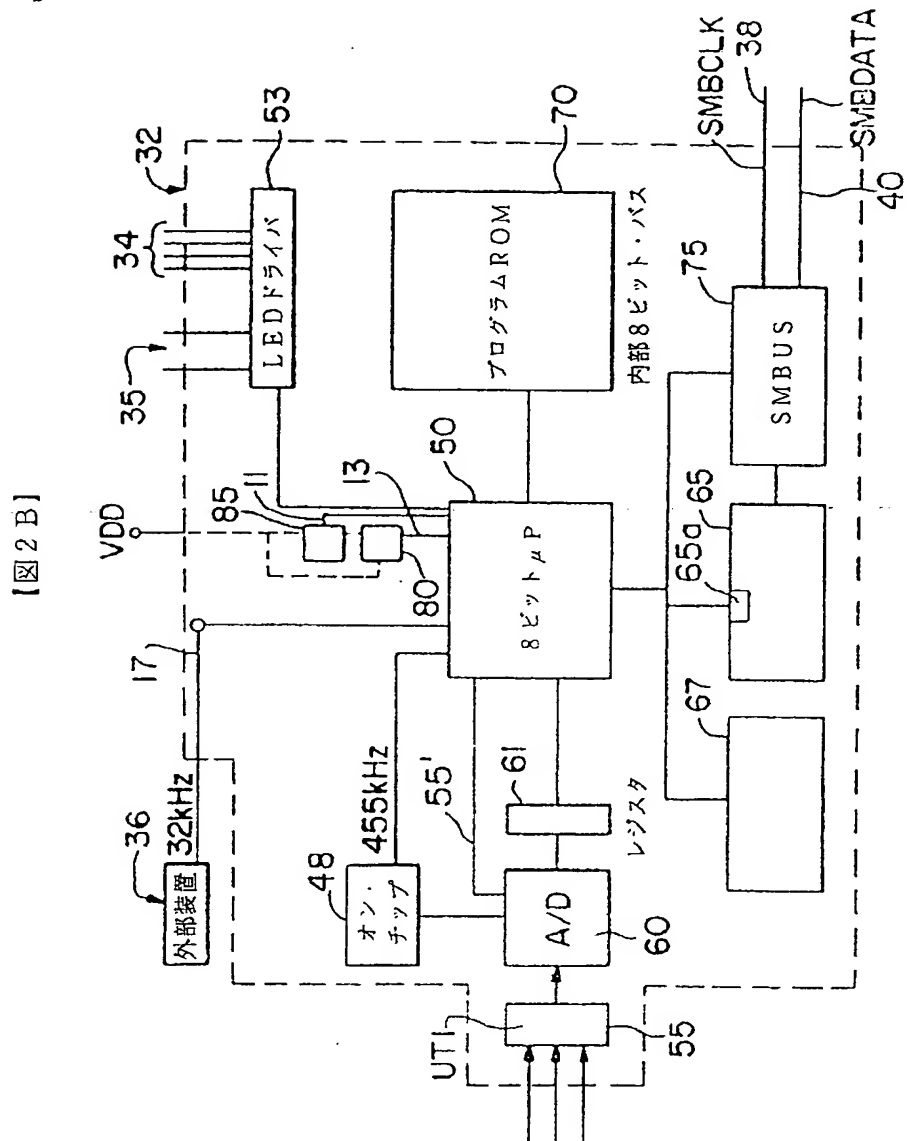


【図1】

【2A】

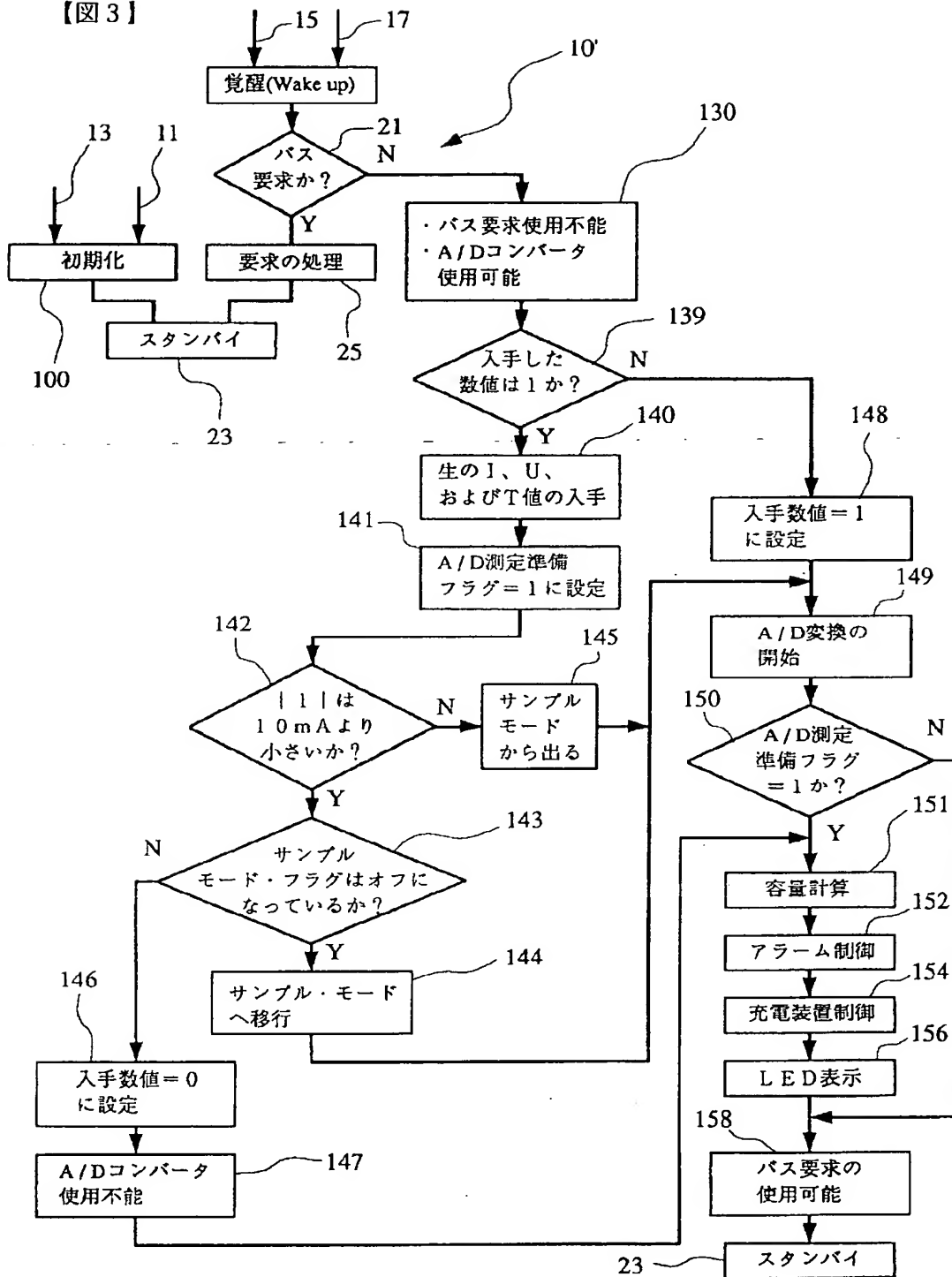


【図2B】



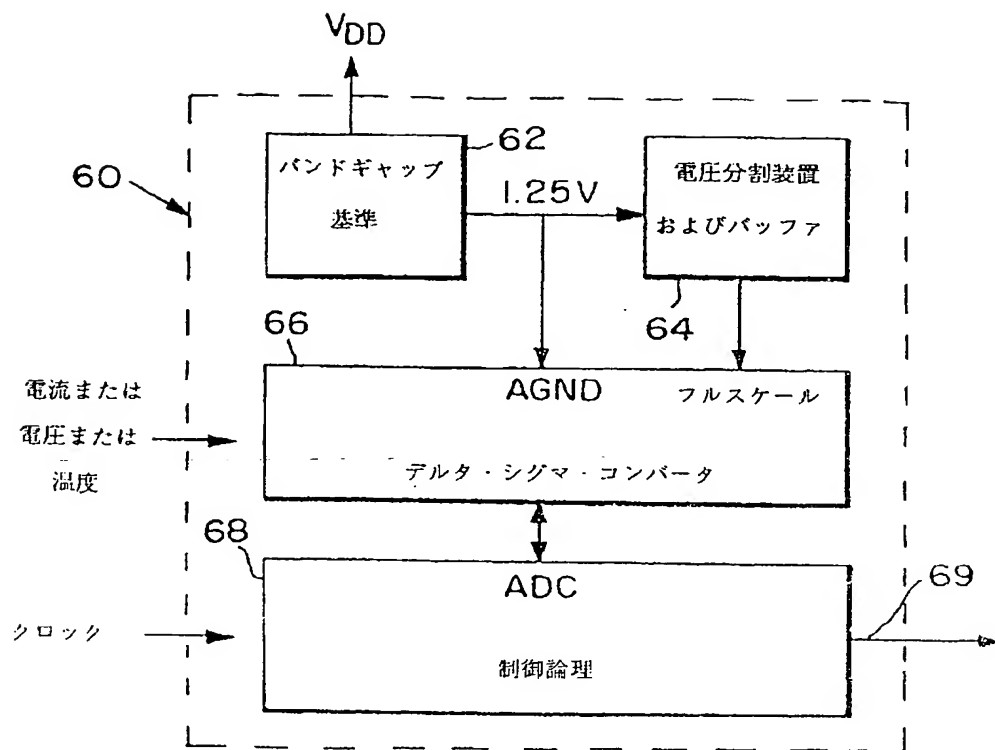
【図3】

【図3】



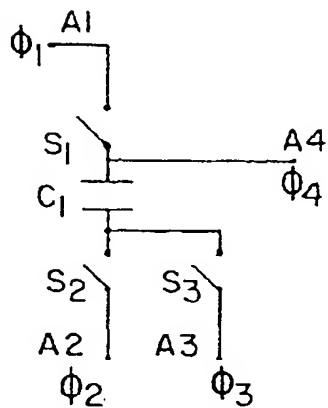
【図 4】

【図 4】

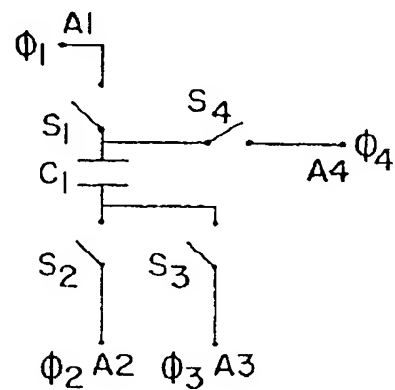


【図 5】

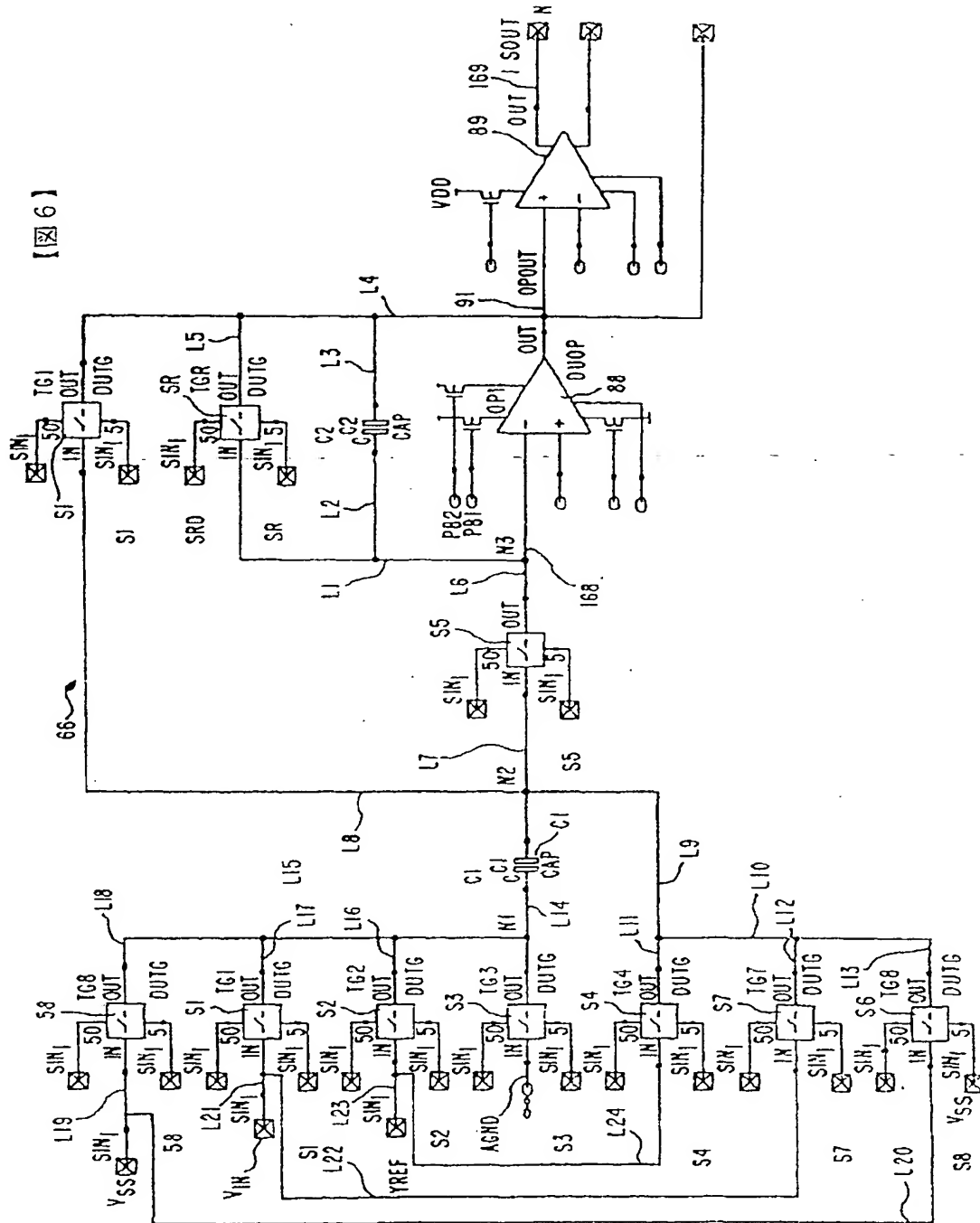
【図 5 A】



【図 5 B】

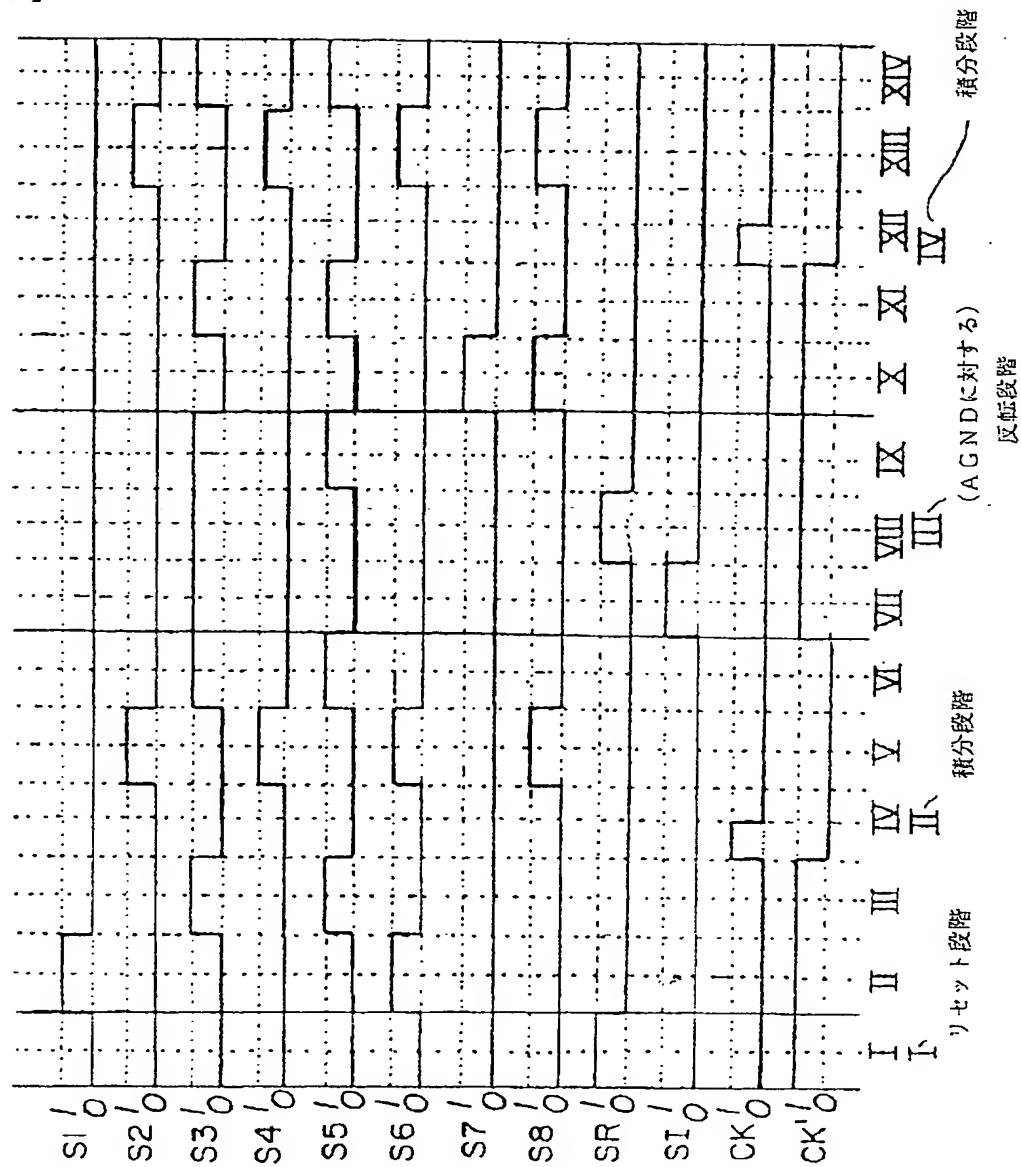


【图6】

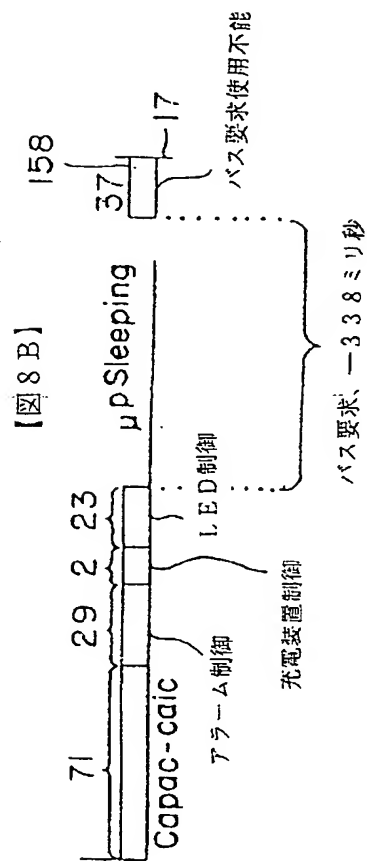
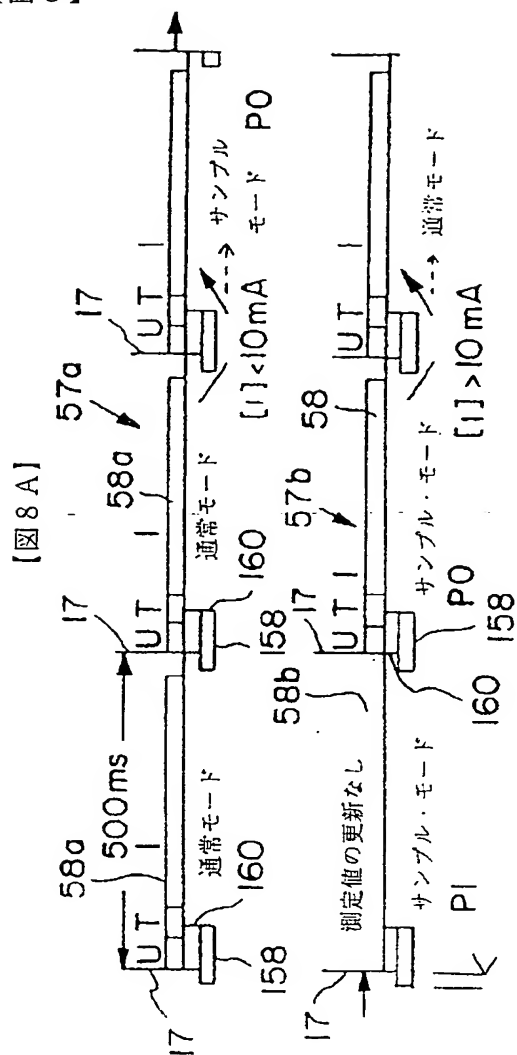


【図7】

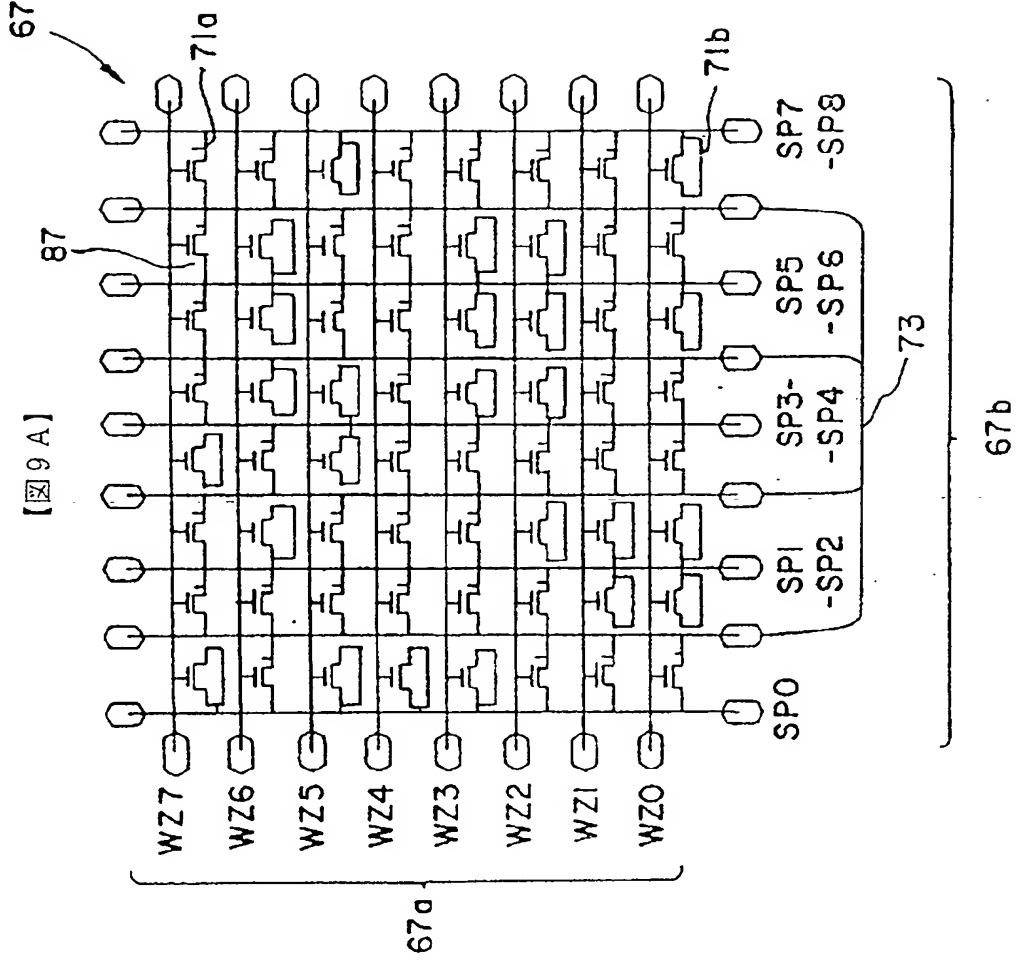
【図7】



【图 8】

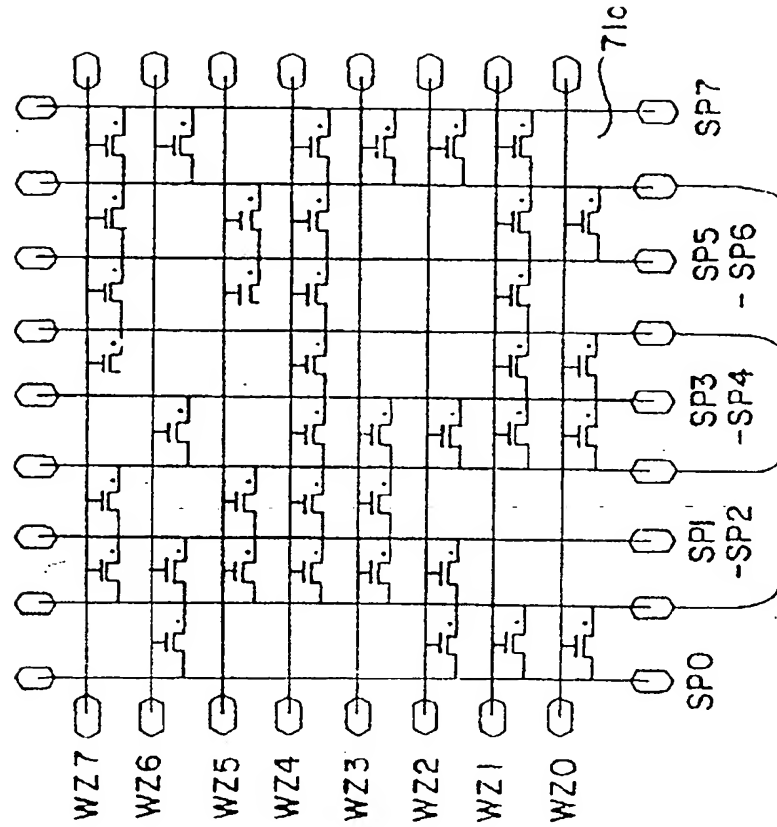


【図9】



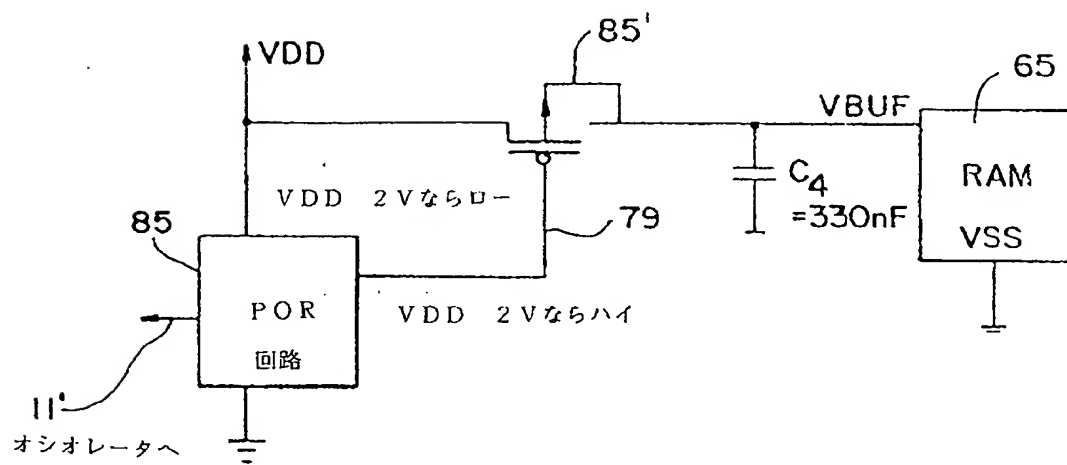
【図9】

【図9B】



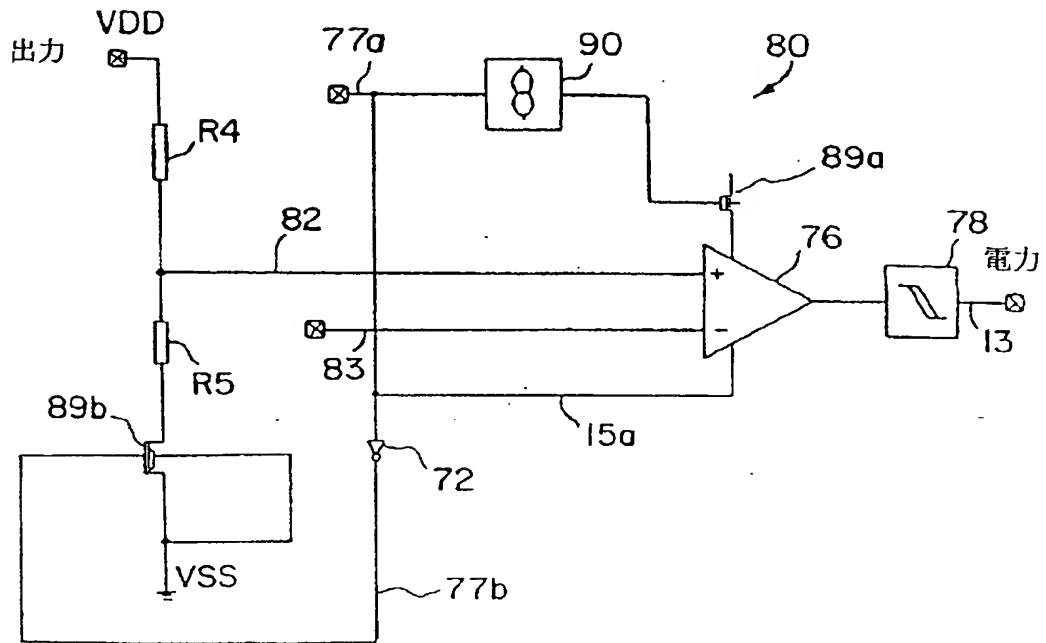
【図10】

【図10】

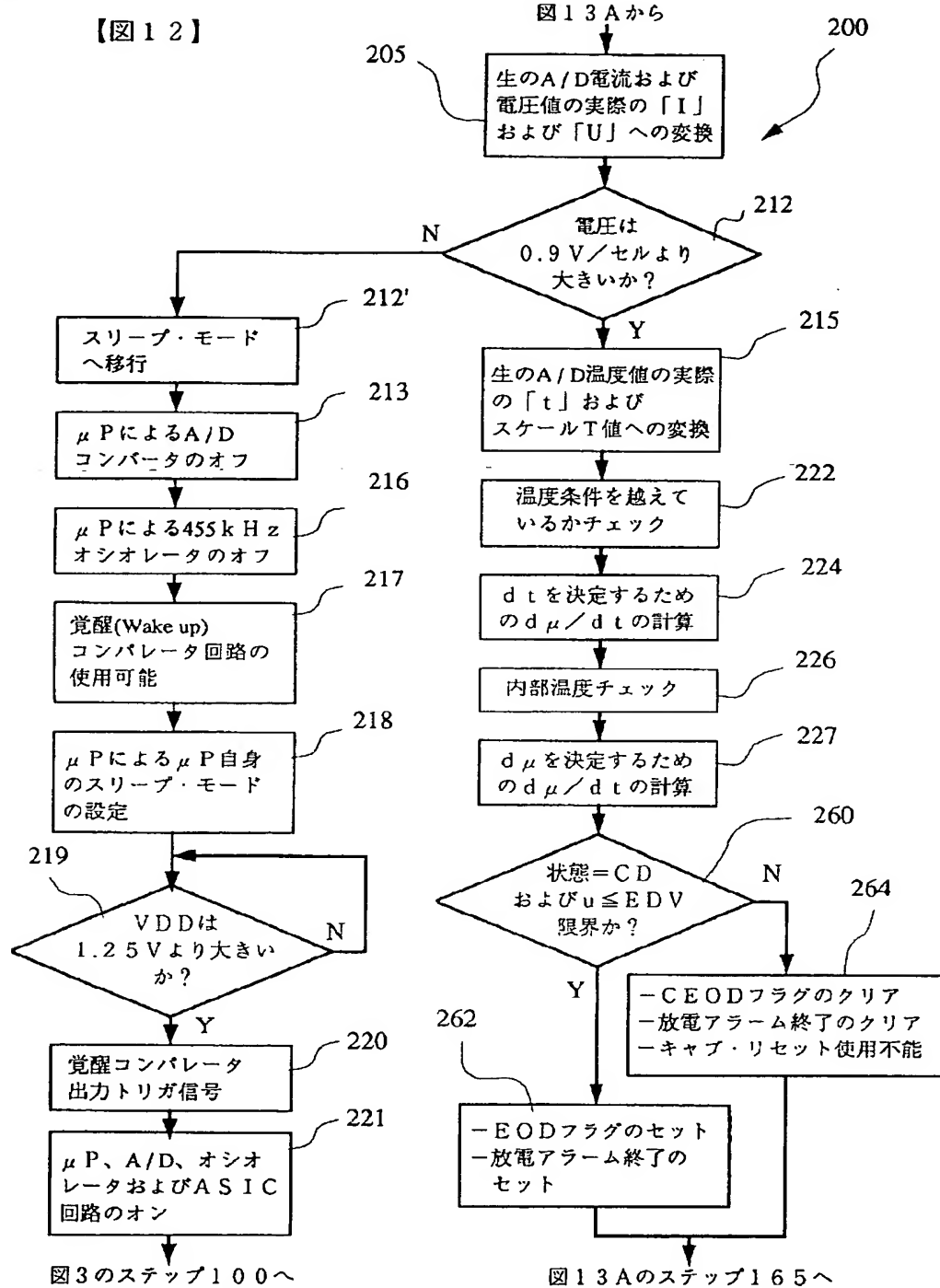


【図11】

【図11】

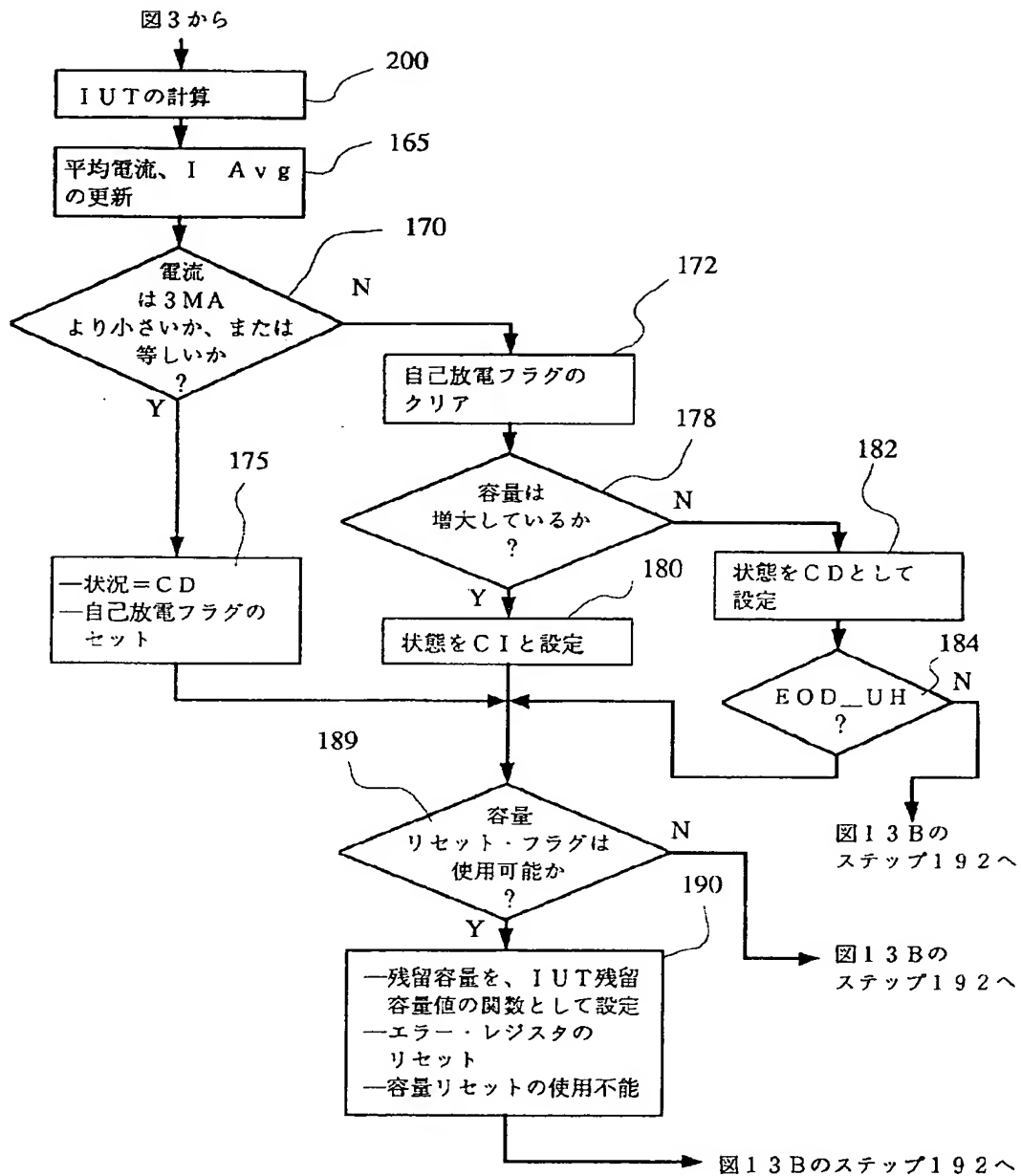


【図12】



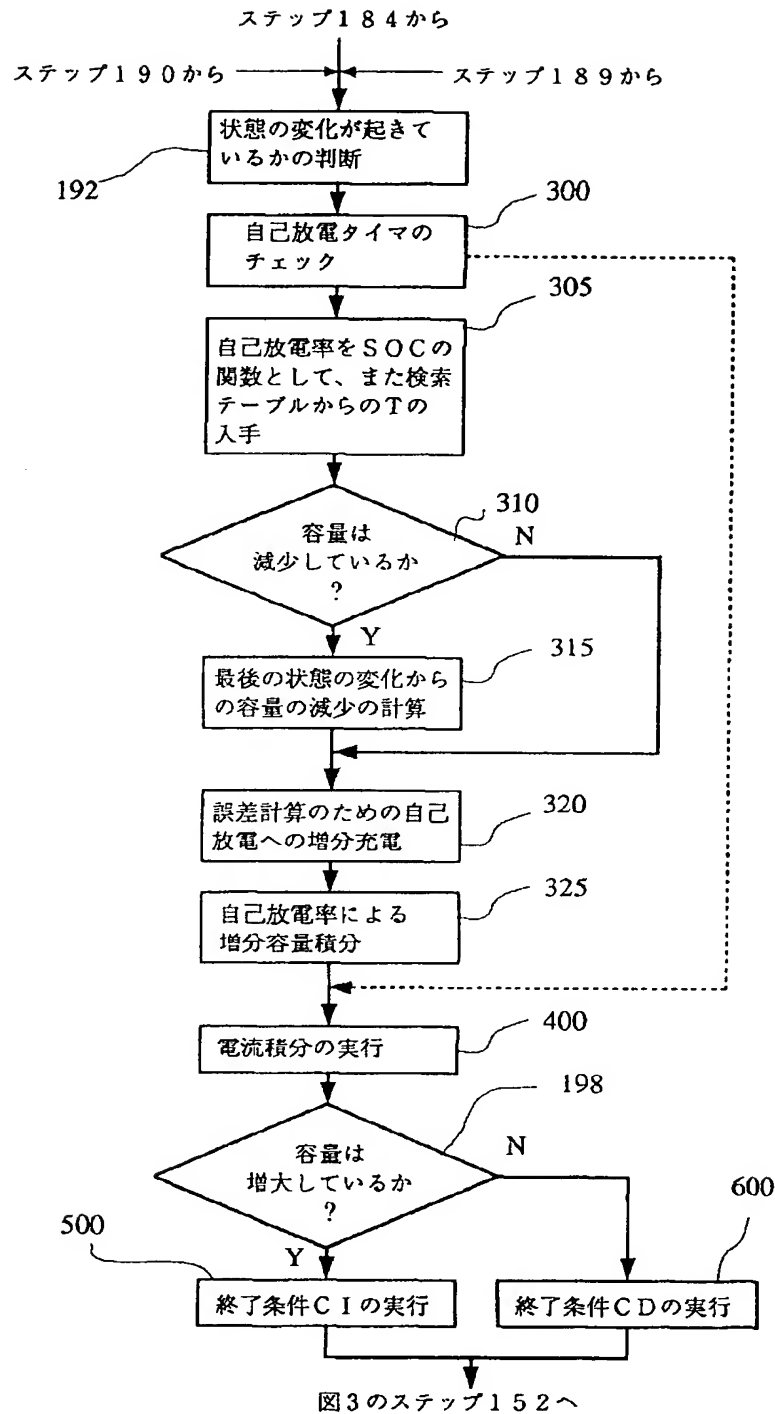
【図13】

【図13A】



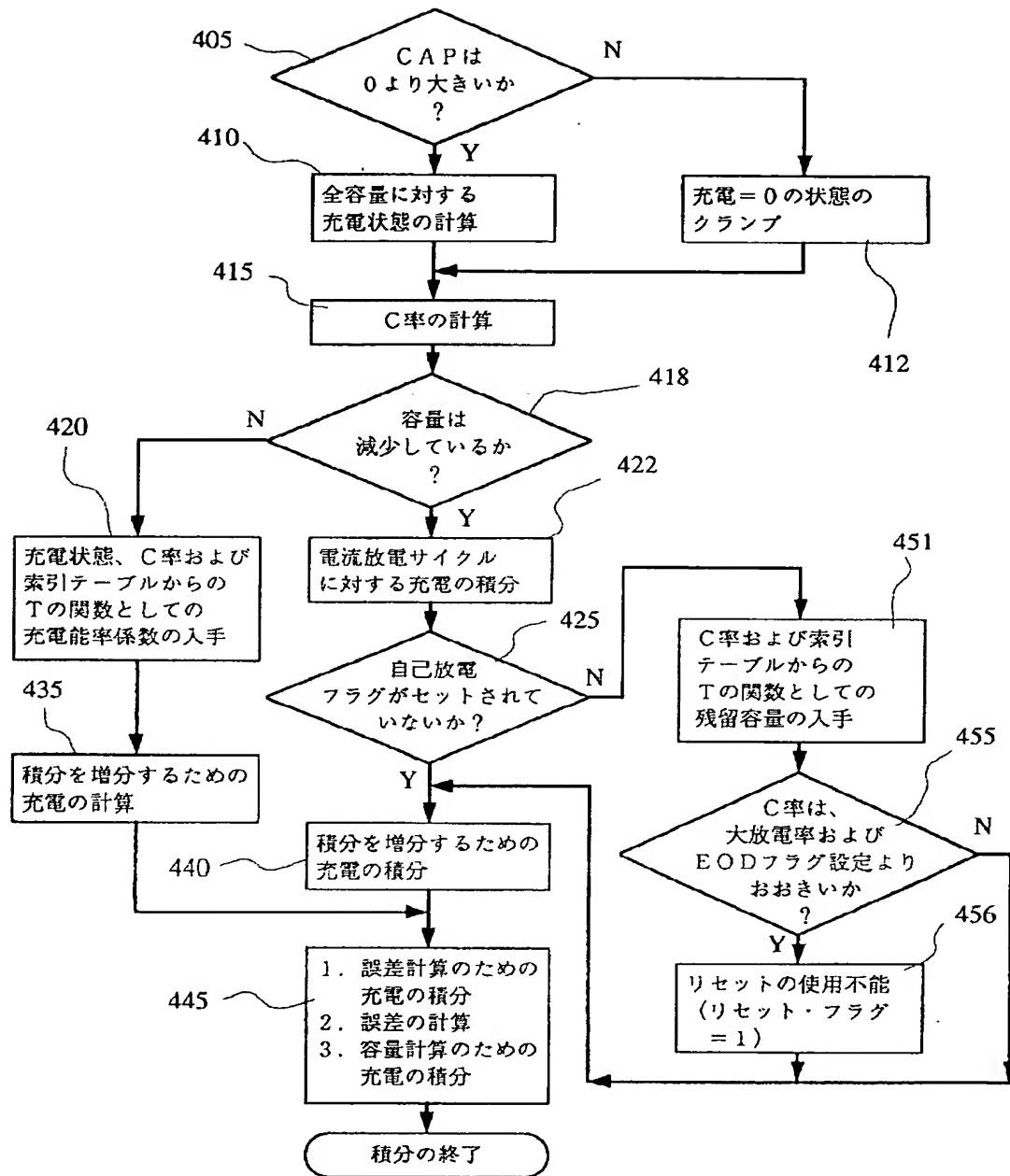
【図13】

【図1.3B】



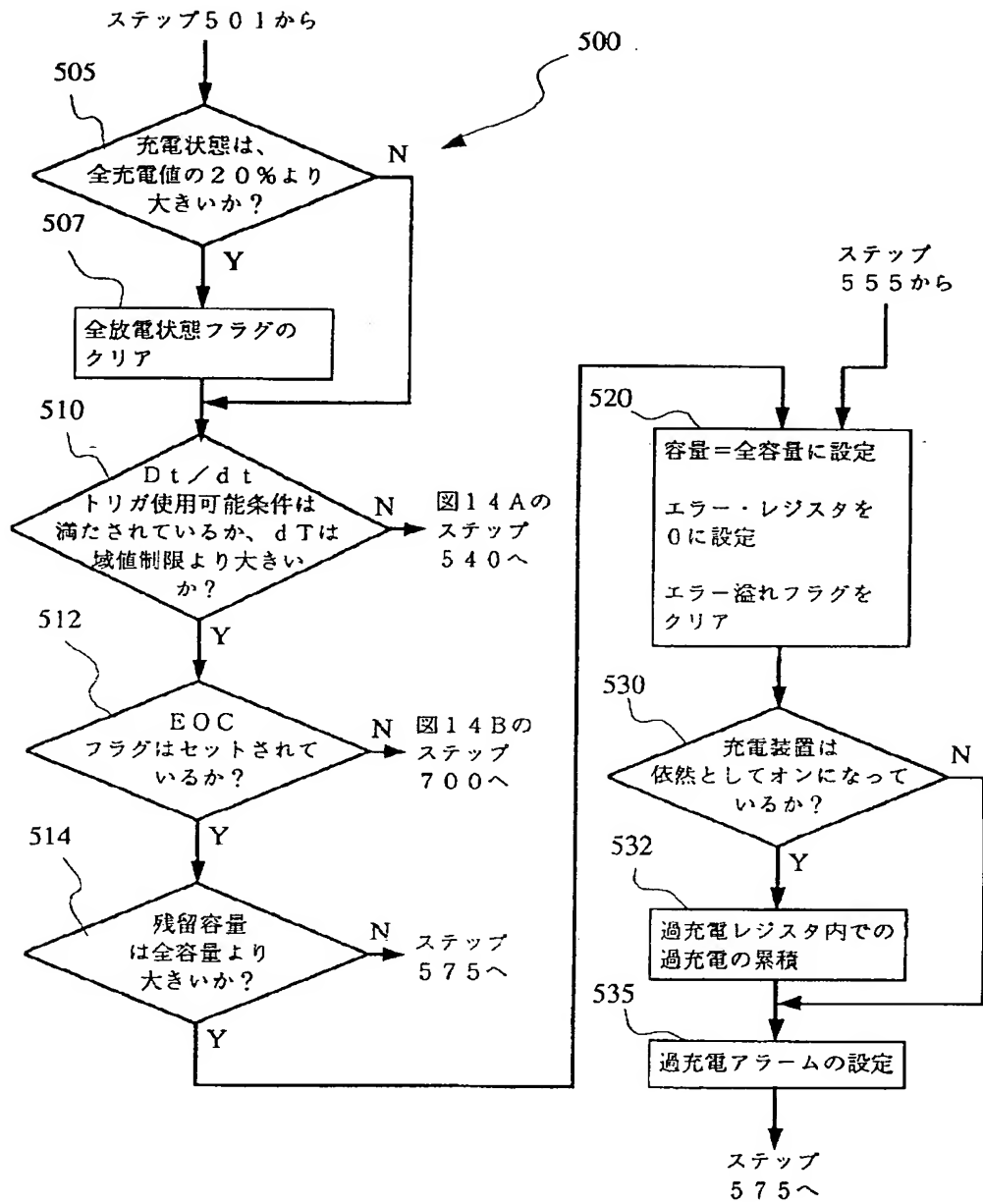
【図 1 3】

【図 1 3 C】



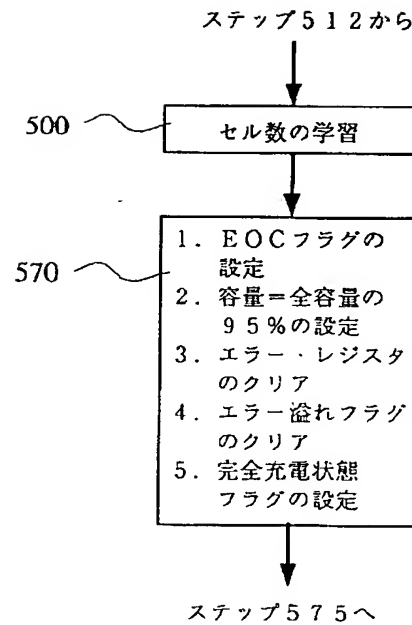
【図14】

【図14A】



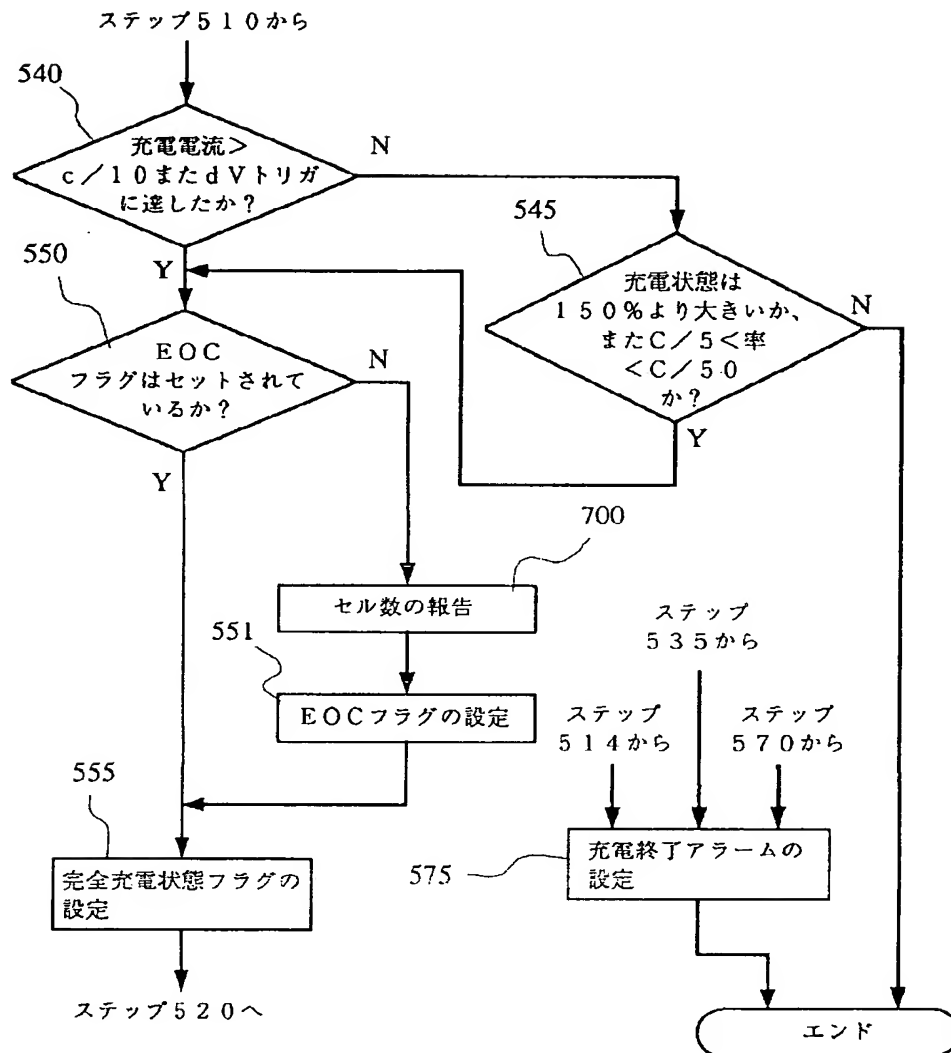
【図 1 4】

【図 1 4 B】



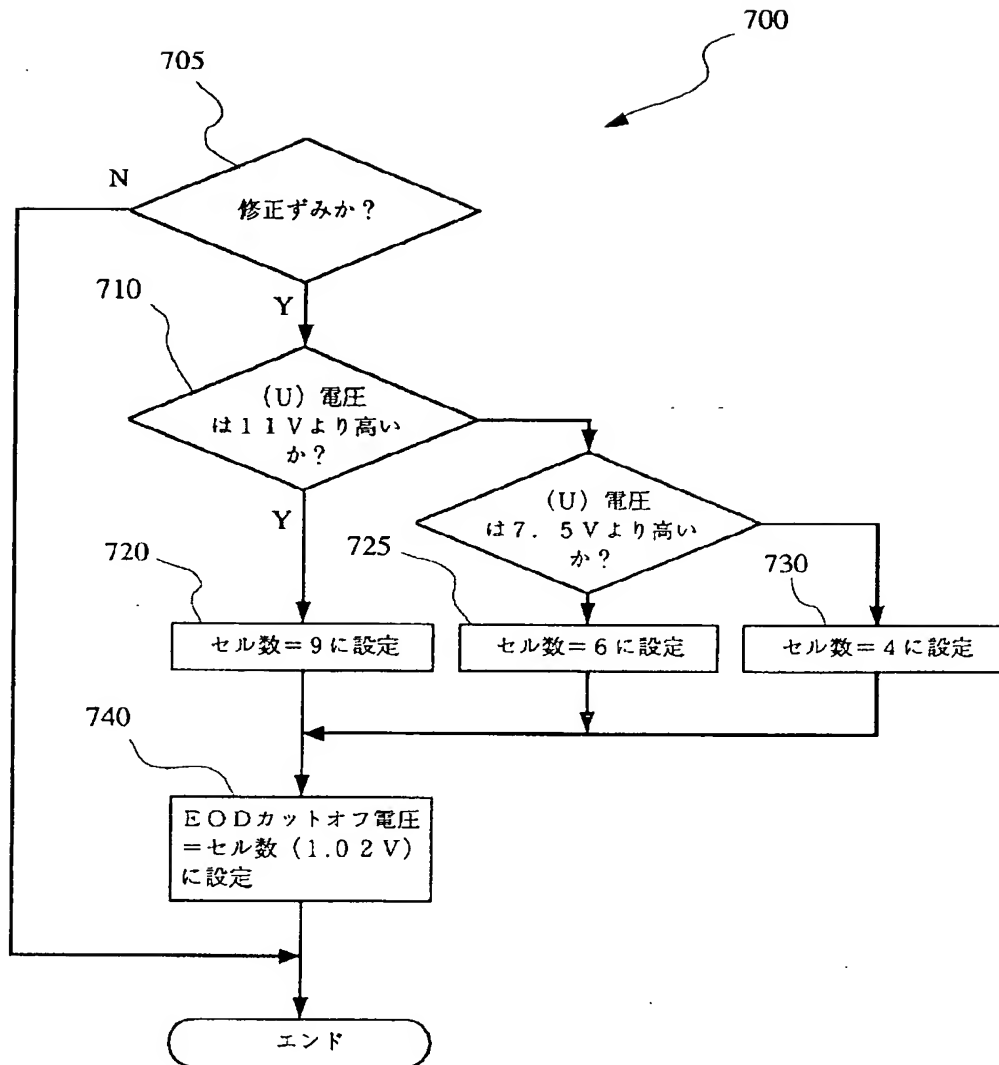
【図14】

【図14C】



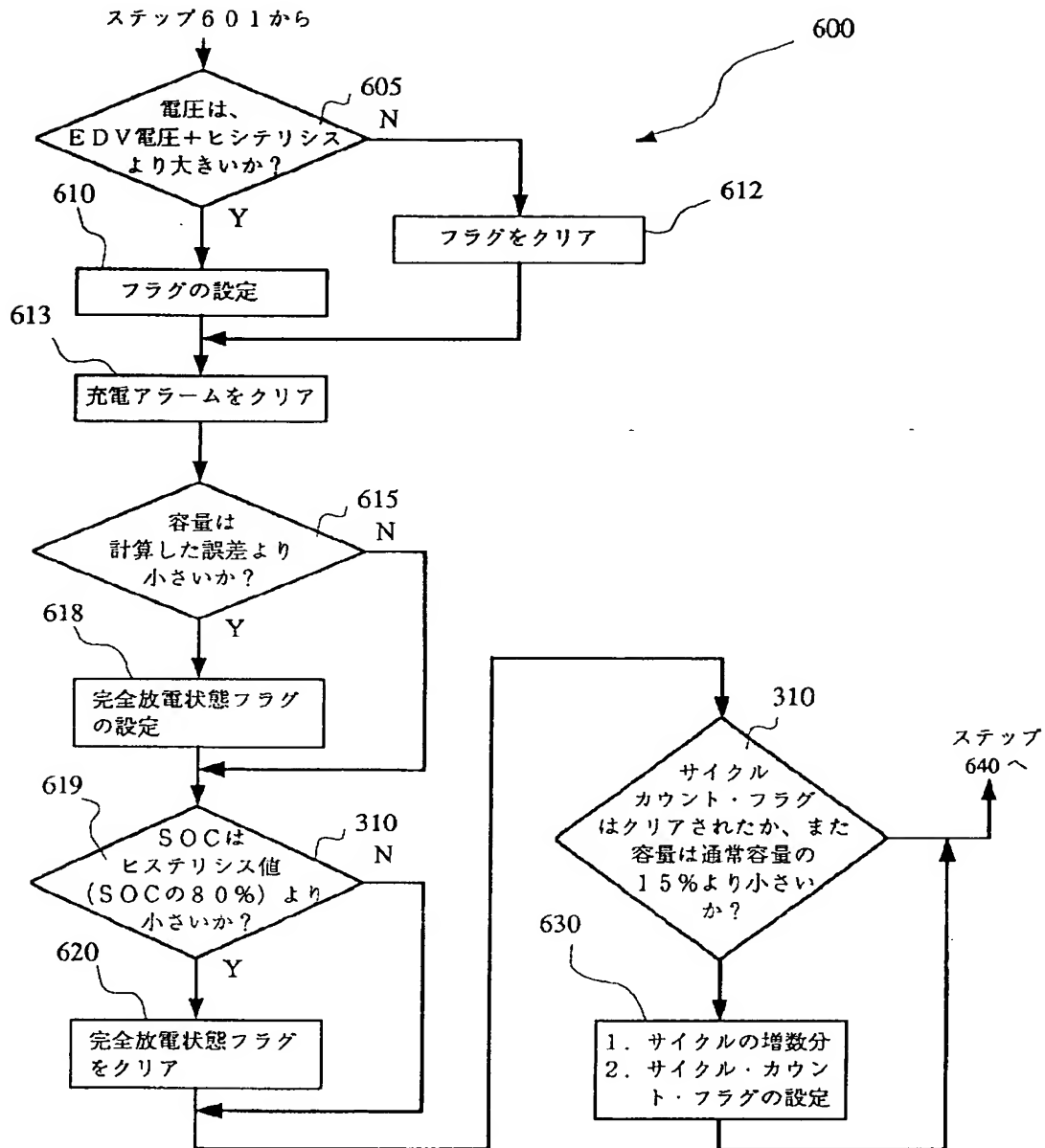
【図14】

【図14D】



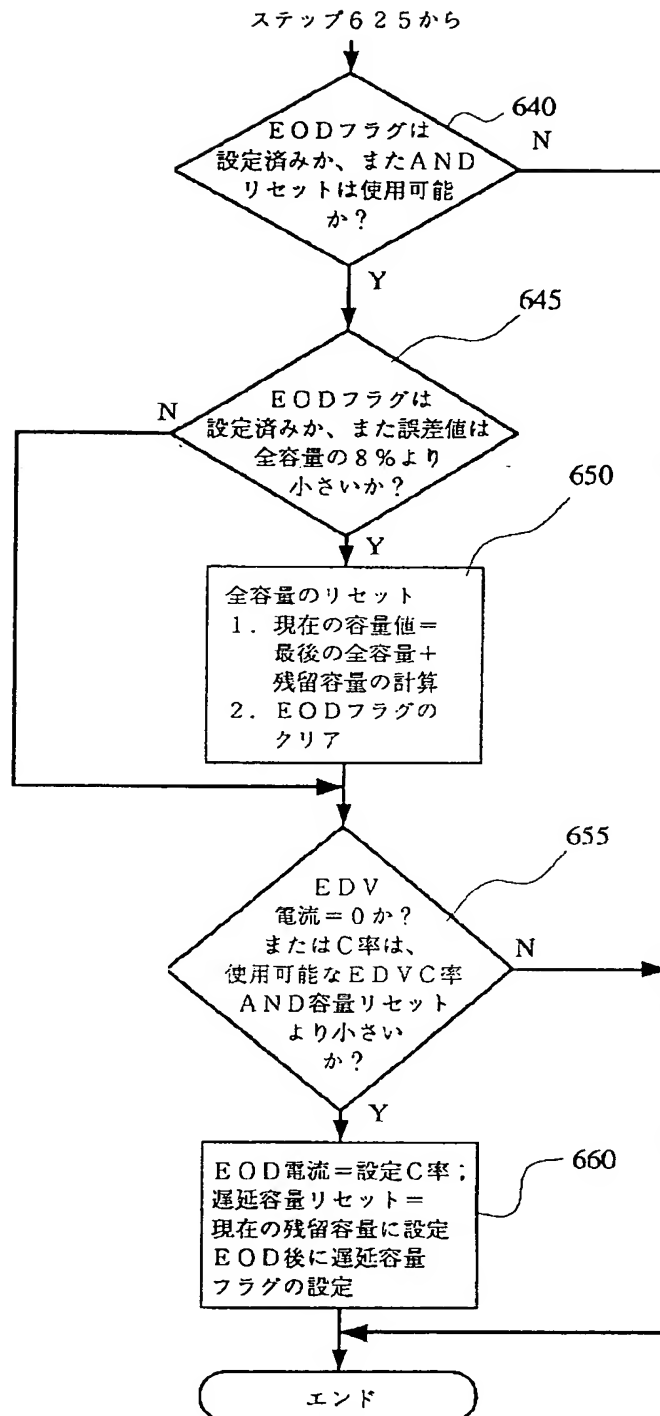
【図15】

【図15A】

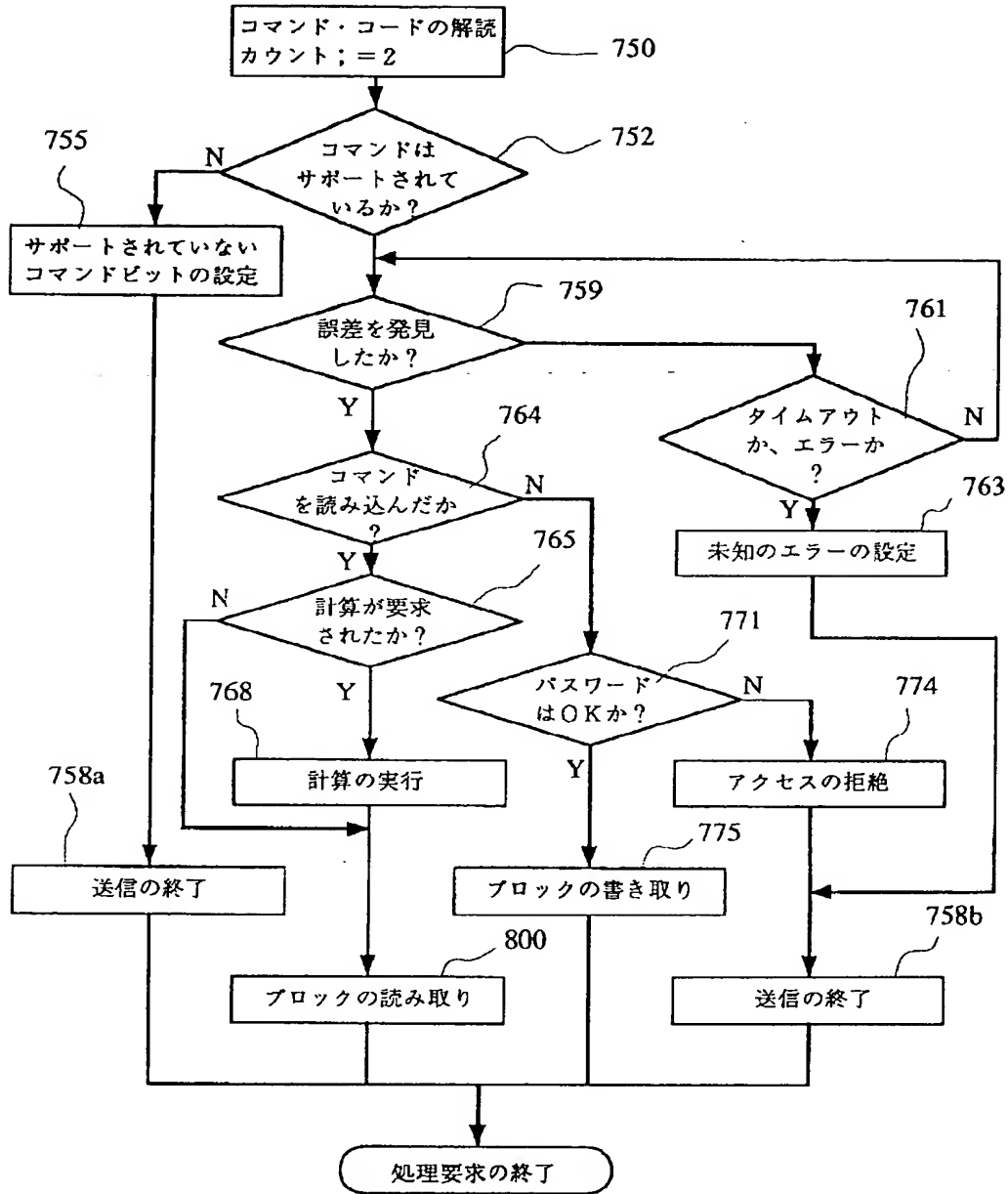


【図15】

【図15B】

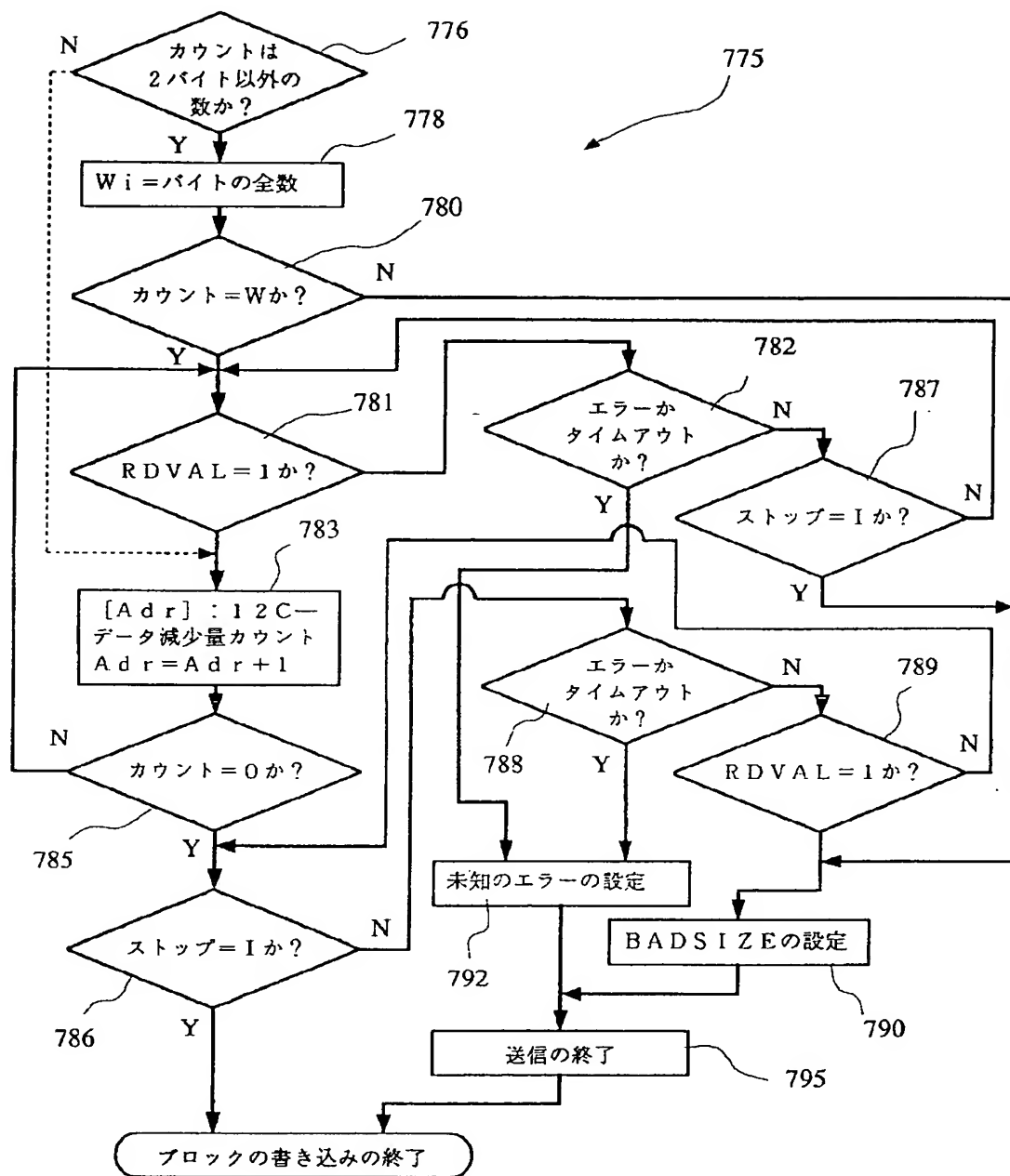


【図16】
【図16】



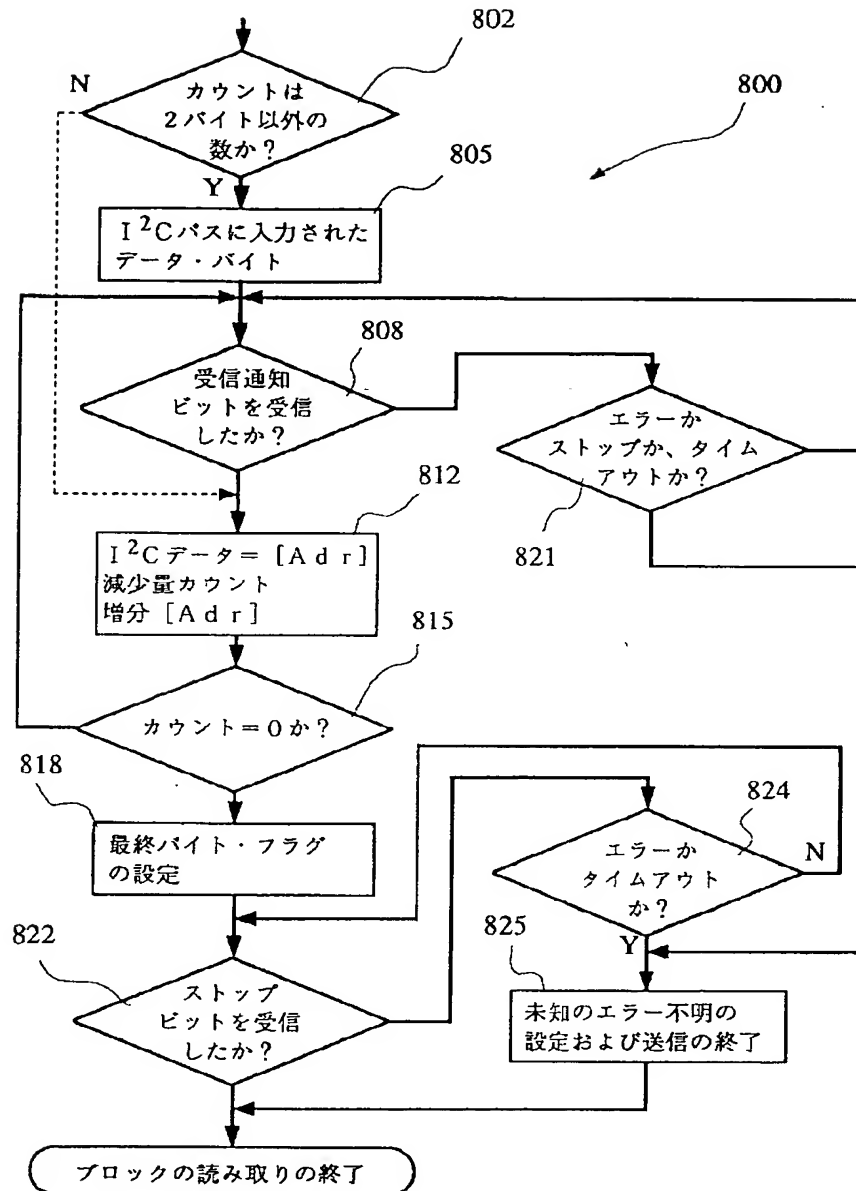
【図17】

【図17】

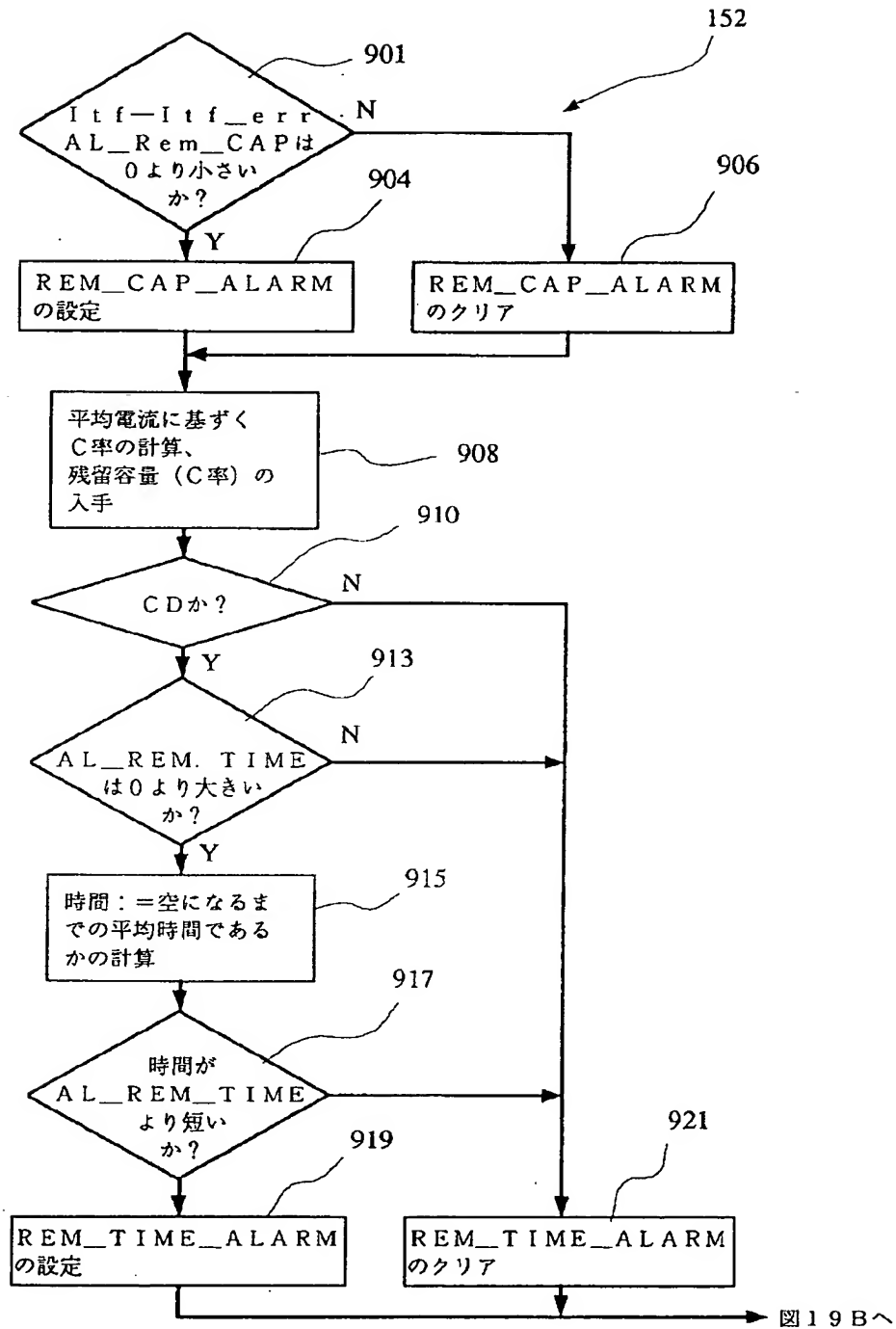


【図18】

【図18】

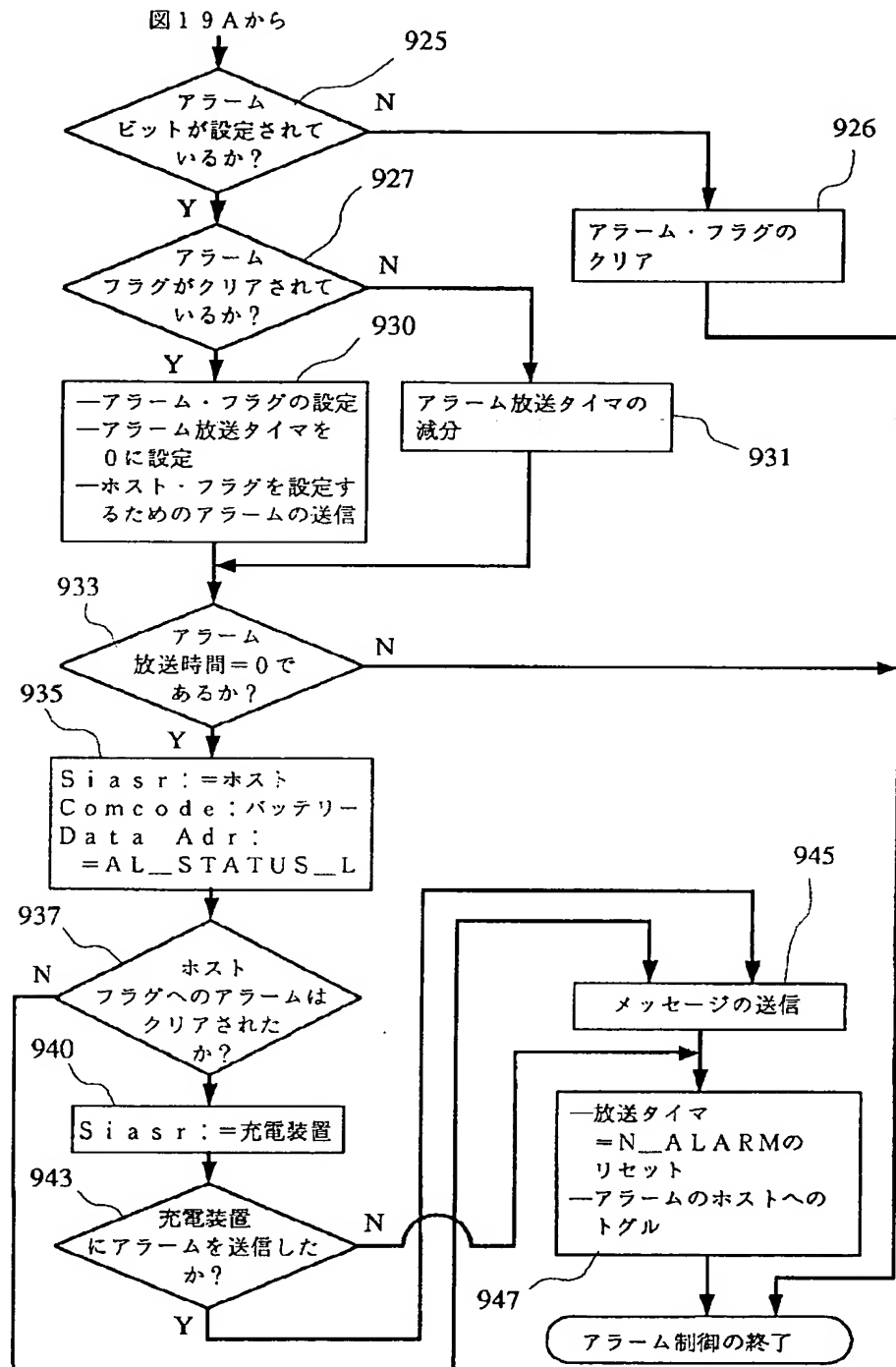


【図19】
【図19A】



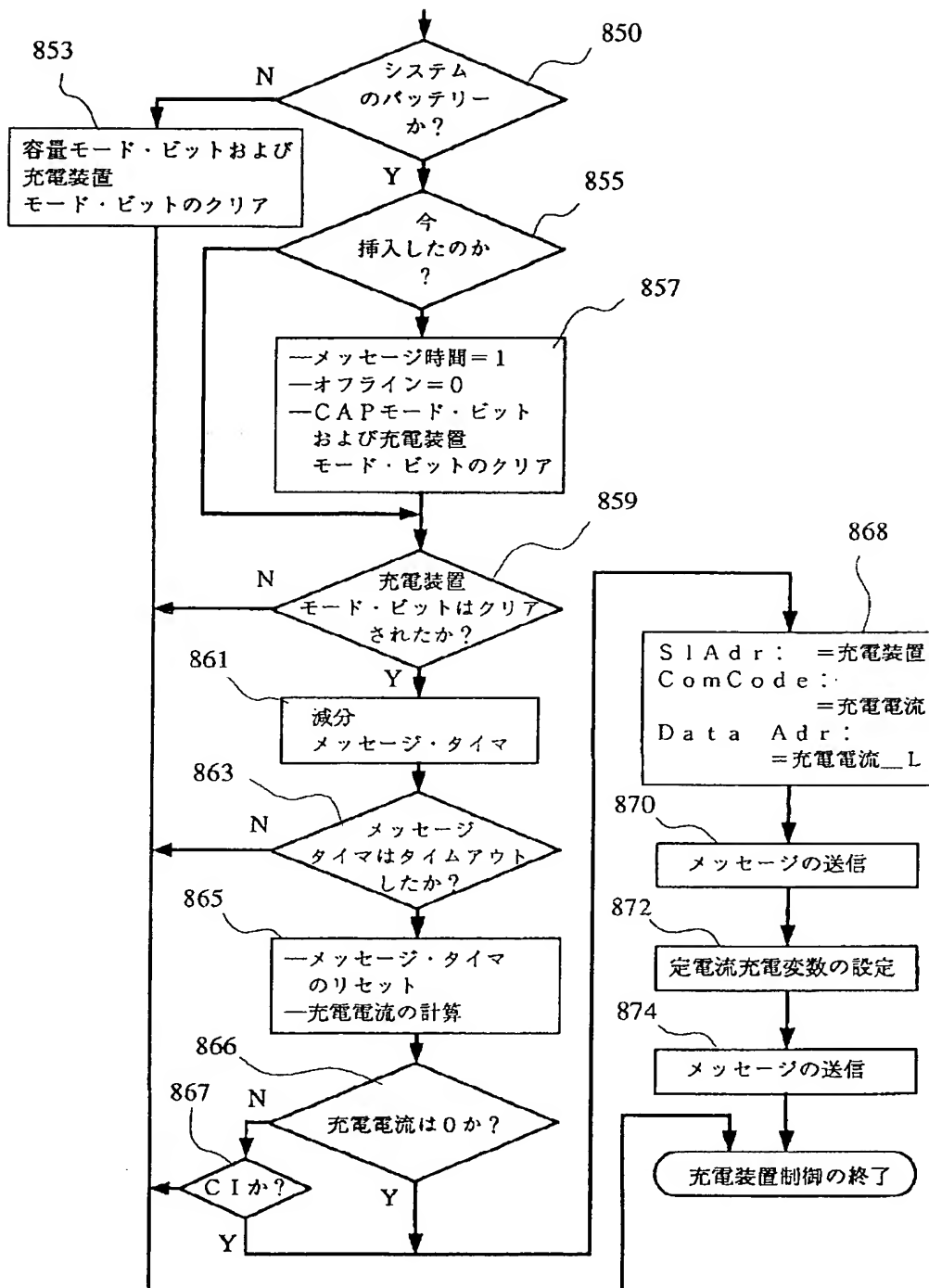
【図19】

【図19B】



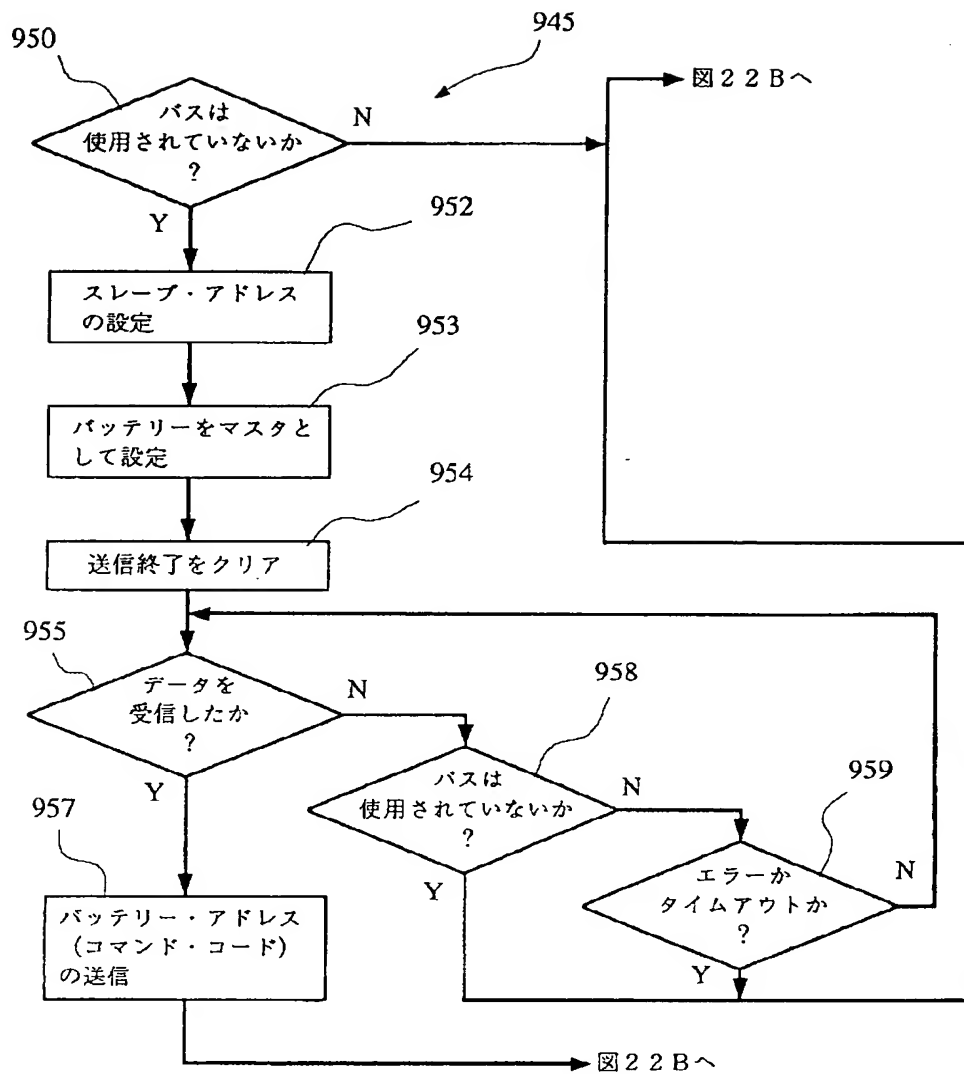
【図20】

【図20】



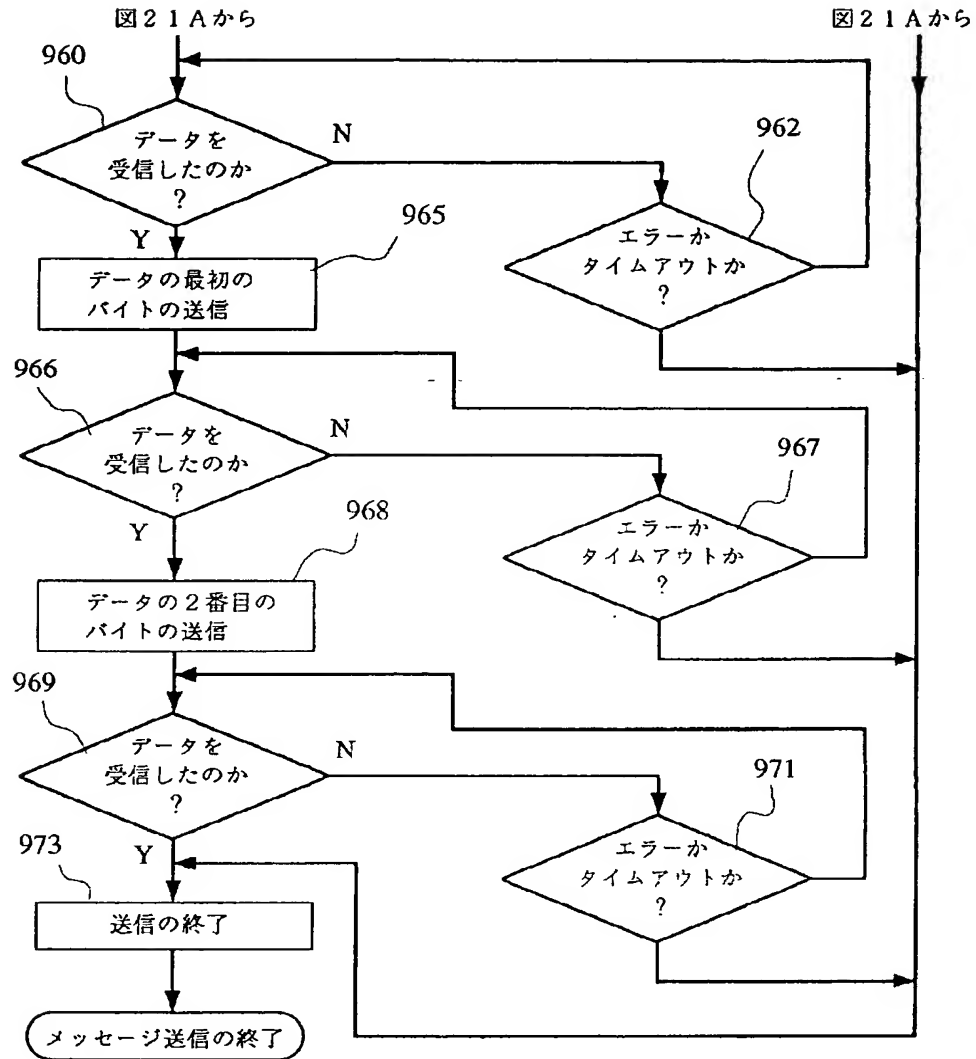
【図21】

【図21A】



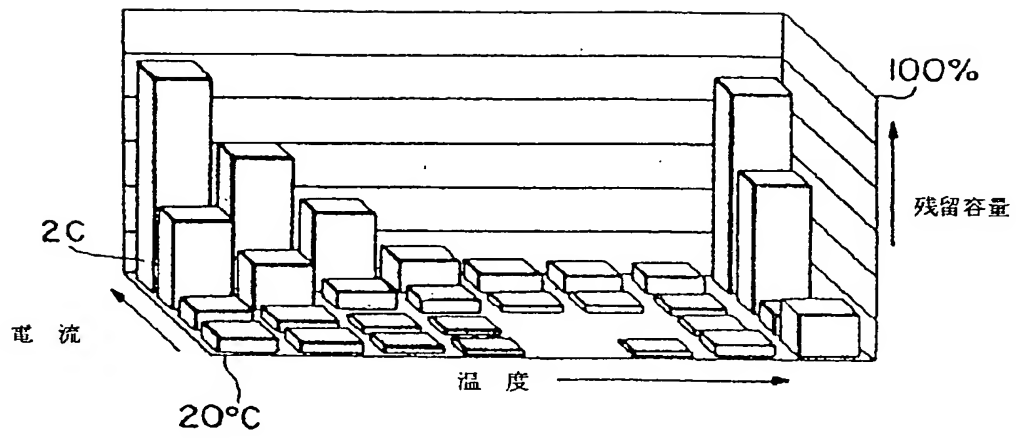
【図21】

【図21B】

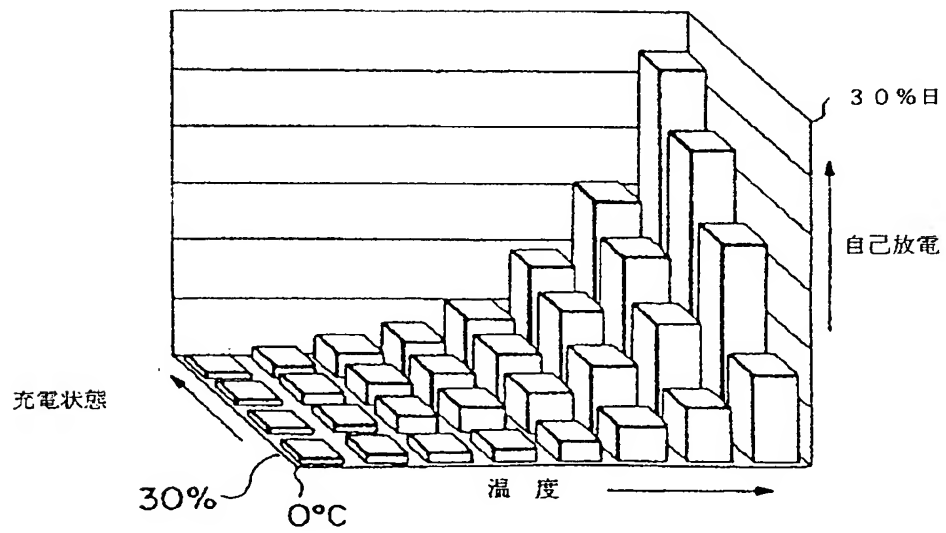


【図22】

【図22A】

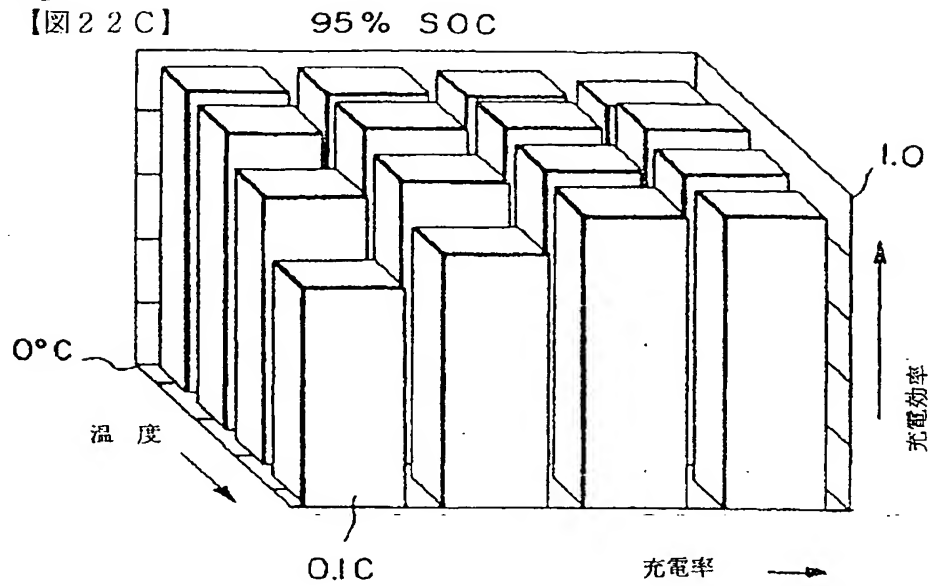


【図22B】



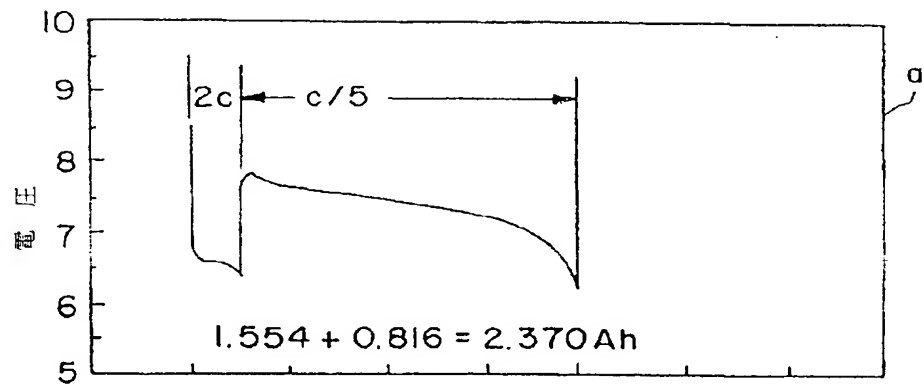
【図22】

【図22C】

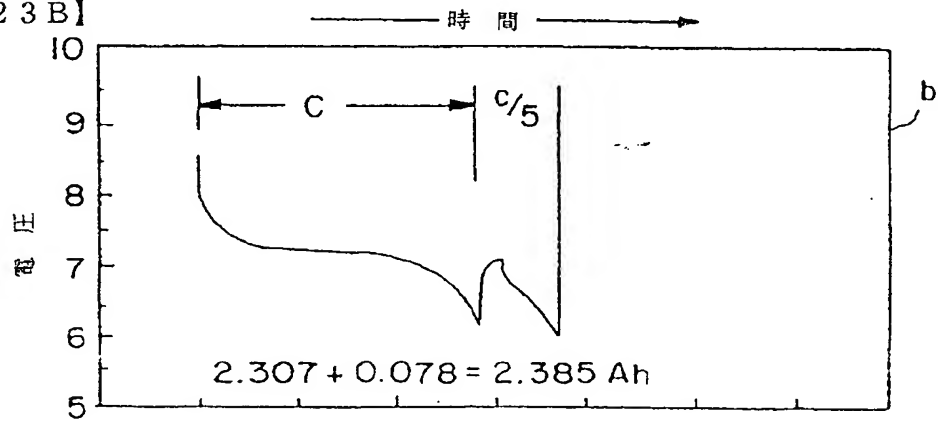


【図23】

【図23A】



【図23B】



【國際調查報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US95/14543

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(6) : H01M 10/44; H01J 7/04 US CL : 320/5, 11, 29, 43, 48 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US, A, 4,709,202 (KOENCK EL AL.) 24 November 1987, col. 5, line 1 to col. 8, line 14	1-19, 30-32, 42-45, 52
Y	US, A, 5,345,406, (WILLIAMS) 06 September 1994, col.3 lines 1-50	21-29
Y	US, A, 5,471,131, 28, November 1995, see the abstract	19
A	US, A, 5,459,340, (ANDERSON ET AL.) 17 October 1995	52
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority (claim(s)) or which is cited to establish the publication date of another claim or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 16 JANUARY 1996		Date of mailing of the international search report 27 FEB 1996
Name and mailing address of the ISA/US Commissioner of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20231 Facsimile No. (703) 305-3230		Authorized officer TOATLEY, GREGORY Telephone No. (703) 308-7889

フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(KE, LS, MW, SD, SZ, UG), AL, AM, AT, AU, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, HU, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LK, LR, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, TJ, TM, TT, UA, UG, UZ, VN

(72)発明者 ツアイシンク, エルマル

ドイツ国 85354 ハイन्दウルフィンク
フライシנגエル ストラッセ 7

(72)発明者 フルスカ, ルイス ダヴリュ

アメリカ合衆国 マサチューセッツ
01532 ノースボロ デイヴィス ストリート 385

(72)発明者 ハル, マシュー ピー

アメリカ合衆国 ロード アイランド
02835 ジェイムズタウン コール ストリート 89

(72)発明者 テイラー, アルウィン エイチ

アメリカ合衆国 マサチューセッツ
02181 ウェレズリー ヒルズ ホーソー
ン ロード 25

(72)発明者 フリエル, ダニエル ディ

アメリカ合衆国 マサチューセッツ

【図2B】

